

# Földtani kutatás

1990. XXXIII. évfolyam 1–2. szám

A szerkesztő bizottság elnöke:

DR. DANK VIKTOR

A szerkesztő bizottság tagjai:

DR. ALFÖLDI LÁSZLO  
DR. HÁMOR GEZA  
DR. KÓKAI JÁNOS  
DR. MÜLLER PÁL  
SZÉLES LAJOS  
DR. VÉGH SÁNDORNE  
VIZY BELA  
DR. ZELENKÁ TIBOR

Szerkesztő:

DR. HORN JÁNOS

\*

Szerkesztőség:

1051 Budapest,  
Arany János u. 25.  
Telefon: 328-115

\*

Felelős kiadó:

Központi Földtani Hivatal

\*

A Földtani Kutatás megjelenik  
évente négy alkalommal

Egy-egy lap ára 30,— Ft

Előfizetési és terjesztési ügyben  
felvilágosítást  
a Magyarhoni Földtani Társulat  
(Bp. VI., Anker köz 1.) ad  
Telefon: 229-870

## TARTALOMJEGYZÉK

## ELŐSZÓ

Dr. Bárdossy György A hazai ásványi nyersanyagkutatás és értékelés korszerűsítésének kérdései — — — — —	5
Tóth P. József A hazai ásványi nyersanyagkutatás alapfogalmainak és természeti paramétereinek újraértékelése — — — — —	13
Dr. O. Kovács Lajos—Juhász Erika—Huszár Gyula Sokváltozós matematikai módszerek hasznosítása a bauxitkutatásban — — — — —	19
Balla Kálmán—dr. Kókai János—Németh Gusztáv—Pályi András—Pogácsás György—Rádlér Béla—dr. Szalay Árpád—dr. Szalóky István—dr. Szentgyörgyi Károly—dr. Völgyi László A magyarországi szénhidrogénkutatás értékelése és korszerűsítése — — — — —	27
Dr. Dobróka Mihály—dr. Gyulai Akos—dr. Ormos Tamás—dr. Takács Ernő A hazai bányabeli geofizikai mérések helyzete a szén- és bauxitbányászatban — — — — —	35
Dr. Zelenka Tibor Az érc és ásványbányászati nyersanyagok ásványgyongozdalkodásának korszerűsítési törekvései — — — — —	47
Tóth Almos—dr. Haas János Gondolatok a magyarországi bauxitprognózisról, s annak korszerűsítési lehetőségeiről — — — — —	53
Szilágyi Gábor—Vizy Béla Vízföldtani és bányavízvédelmi kutatások korszerűsítése a Dunántúli-középhegységben — — — — —	57
Dr. Fodor Béla—Tóth Almos A megbízhatóság és a bányászati kockázat aktuális kérdései a bauxitkutatás és bauxitbányászat területén — — — — —	67
Dr. Füst Antal—dr. Juhász András—dr. Molnár Sándor Geostatistikai vizsgálatok a dubicsányi kőszénterületen — — — — —	73
Dr. Füst Antal—dr. Gutmann György—dr. Molnár Sándor A lencsehegyi telepparaméterek geostatistikai vizsgálata — — — — —	79
Csóti Tamás Kísérleti geostatistikai számítások a dudari szénmedencében	85

CIKKÍROINKHOZ

INHALTSANGABE  
VORWORT

Dr. Bárdossy, György: Fragen der Modernisierung der Prospektierung und Auswertung von Mineralrohstoffen in Ungarn — — — — —	5
Tóth, P. József: Umwertung der Grundberiffe und Naturparameter der Prospektierung für Mineralrohstoffe in Ungarn — — — — —	13
Dr. O. Kovács, Lajos—dr. Juhász, Erika—Huszár, György: Die Ausnutzung von multivariablen mathematischen Methoden in der Bauxitprospektierung — — — — —	19
Balla, Kálmán—dr. Kókai, János—Németh, Gusztáv—Pályi, András—Pogácsás, György—Rádlér, Béla—dr. Szalay, Árpád—dr. Szalóky, István—dr. Szentgyörgyi, Károly—dr. Völgyi, László: Auswertung und Modernisierung der Kohlenwasserstoffprospektierung in Ungarn — — — — —	27
Dobróka, Mihály—Gyulai, Akos—Ormos, Tamás—Takács, Ernő: Die Lage der in ungarischen Kohlen- und Bauxitbergwerken durchgeführten geophysikalischen Messungen — — — — —	35
Dr. Zelenka, Tibor: Modernisierungsbestrebungen der Bodenschätzenbewirtschaftung der Rohstoffe des Erz- und Mineralbergbaus — — — — —	47
Tóth, Almos—dr. Haas, János: Gedanken über die Bauxitprognose für Ungarn und deren Modernisierungsmöglichkeiten — — — — —	53
Szilágyi, Gábor—Vizy, Béla: Die Modernisierung der hydrogeologischen und Grubenwasserhaltungsforschungen im Transdanubischen Mittelgebirge — — — — —	57
Fodor, Béla—Tóth, Almos: Aktuelle Fragen der Zuverlässigkeit und des Bergbaurisikos im Gebiete der Bauxitprospektierung und des Bauxitbergbaus — — — — —	67
Dr. Füst, Antal—dr. Juhász, András—dr. Molnár, Sándor: Geostatistische Untersuchungen im Steinkohlengebiete von Dubicsány — — — — —	73
Dr. Füst, Antal—dr. Gutmann, György—dr. Molnár, Sándor: Geostatistische Untersuchung der Ablagerungsparameter von Lencsehegy — — — — —	79
Csóti, Tamás: Experimentelle geostatistische Berechnungen für das Kohlenbecken von Dudar Zur Beachtung unserer Artikelschreiber — — — — —	85

HU ISSN 0133—2422

Felelős vezető:

Császár József ügyvezető igazgató

Dunaújvárosi Nyomda Kft. 204249



## Szakkikkek szerzői

BALLA KÁLMÁN

okl. geológus, főgeológus (Kőolajipari Vállalat, Szolnok)

DR. J. BÉNYÓ

okl. geológus, a földtudomány doktora, ny. főgeológus

LSOTI TAMÁS

A Földtani Kutatás c. lapunk XXXIV. évfolyamának (1991 év) kiadási költségeit a Központi Földtani Hivatal már nem tudja teljes egészében biztosítani.

A Magyarhoni Földtani Társulat pedig gazdálkodási nehézségei miatt tagjai részére az előfizetési díjat (évi előfizetési díj jelenleg 120,— Ft) nem tudja átvállalni.

Ezért lapunkat 1991 évtől egyéni előfizetési rendszerben fogjuk terjeszteni (csak előfizetőknek).

Bízunk abban, hogy lapunk olvasótábora a jövőben sem fog csökkenni.

A színvonal emelése érdekében várjuk észrevételeit, javaslatait.

Kérjük

- észrevételeit, javaslatait,
- előfizetési igényét (név, lakcím vagy munkahelyi cím) írásban közölni szíveskedjék.

Költsége csökkentése érdekében az előfizetési díj befizetésére csekket küldünk, melynek befizetési határideje: 1990. december 5.

Levélcímünk: Központi Földtani Hivatal (Földtani Kutatás)

1371 Budapest, Pf.: 374.

Jelentkezését tisztelettel várja

**a szerkesztőbizottság**

Budapest, 1989. december

DR. R. KOVÁCS LAJOS

okl. geológus, egyetemi doktor, igazgató (Országos Kőolaj- és Gázipari Trósz, Budapest)

DR. MOLNÁR SÁNDOR

okl. matematikus, egyetemi doktor, tudományos osztályvezető (Központi Bányászati Fejlesztési Intézet, Budapest)

NEMETH GUSZTÁV

okl. geológus, főmunkatárs (Kőolaj- és Földgázüzemi Vállalat, Nagykanizsa)

DR. ORNOS TAMÁS

okl. geofizikamérnök, egyetemi doktor, egyetemi adjunktus (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc)



A szerkesztő bizottság elnöke:

DR. JANKÓ VIKTOR

A szerkesztő bizottság tagjai:

DR. ALFÖLDI LÁSZLO

DR. HÁNDÓ GÉZA

DR. JANKÓ VIKTOR

DR. MÜLLER PÁL

DR. VÖRÖS RÓBERT

DR. VÖRÖS RÓBERT

VÖRÖS RÓBERT

VÖRÖS RÓBERT

Szerkesztő:

DR. MÓRÓ JÁNOS

Szerkesztőség:

1051 Budapest

Árpád János u. 25.

Telefon: 328-115

## TARTALOMJEGYZÉK

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

## Földtani Kutatás

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

Dr. Jankó Viktor: A földtani kutatás szerepe a természettudományok fejlődésében — 1

HU ISSN 0133-1422

Földtani kutató

Földtani kutató

Földtani kutató



# Szakkikkek szerzői

**BALLA KÁLMÁN**

okl. geológus, főgeológus (Kőolajkutató Vállalat, Szolnok)

**DR. BÁRDOSSY GYÖRGY**

okl. geológus, a földtudomány doktora, ny. főgeológus

**CSÓTI TAMÁS**

okl. geológusmérnök (Veszprémi Szénbányák, Veszprém)

**DR. DOBRÓKA MIHÁLY**

okl. geofizikus, műszaki tudomány kandidátusa, egyetemi docens (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc)

**DR. FODOR BÉLA**

okl. bányageológusmérnök, egyetemi doktor, bányászati főgeológus (Magyar Alumíniumipari Tröszt, Budapest)

**DR. FÜST ANTAL**

okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, tudományos főmunkatárs (Központi Bányászati Fejlesztési Intézet, Budapest)

**DR. GUTMANN GYÖRGY**

okl. geológus, egyetemi doktor, osztályvezető, főgeológus (Dorogi Szénbányák, Dorog)

**DR. GYULAI ÁKOS**

okl. geológusmérnök, egyetemi doktor, tudományos munkatárs (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc)

**DR. HAAS JÁNOS**

okl. geológus, a földtudomány kandidátusa, főosztályvezető (Központi Földtani Hivatal, Budapest)

**HUSZÁR GYULA**

okl. geológusmérnök (Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi)

**DR. JUHÁSZ ANDRÁS**

okl. geológus, a földtudományok kandidátusa, osztályvezető (Borsodi Szénbányák, Miskolc)

**DR. JUHÁSZ ERIKA**

okl. geológus, a földtudományok kandidátusa, osztályvezető (Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest)

**DR. Ó. KOVÁCS LAJOS**

okl. geológus, egyetemi doktor, tudományos munkatárs (Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest)

**DR. KÓKAI JÁNOS**

okl. geológus, egyetemi doktor, igazgató (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest)

**DR. MOLNÁR SÁNDOR**

okl. matematikus, egyetemi doktor, tudományos osztályvezető (Központi Bányászati Fejlesztési Intézet, Budapest)

**NÉMETH GUSZTÁV**

okl. geológus, főmunkatárs (Kőolaj- és Földgázbányászati Vállalat, Nagykarizsa)

**DR. ORMOS TAMÁS**

okl. geofizikusmérnök, egyetemi doktor, egyetemi adjunktus (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc)



PÁLYI ANDRÁS

okl. geofizikus, osztályvezető-helyettes (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Budapest)

FOGÁCSÁS GYÖRGY

okl. geológus, okl. geofizikus, főgeológus, igazgatóhelyettes (Geofizikai Kutató Vállalat, Budapest)

RÁDLER BÉLA

okl. geofizikus, műszaki igazgatóhelyettes (Geofizikai Kutató Vállalat, Budapest)

DR. SZALAY ÁRPÁD

okl. geológus, a földtudományok kandidátusa, főosztályvezető (Kőolajkutató Vállalat, Szolnok)

DR. SZALÓKY ISTVÁN

okl. geológusmérnök, egyetemi doktor, bányászati főmérnök (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szolnok)

DR. SZENTGYÖRGYI KÁROLY

okl. geológus, egyetemi doktor, főosztályvezető (Magyar Szénhidrogénipari Kutató-Fejlesztő Intézet, Szolnok)

SZILÁGYI GÁBOR

okl. geológus, osztályvezető, főmunkatárs (Központi Bányászati Fejlesztési Intézet, Budapest)

DR. TAKÁCS ERNŐ

okl. geofizikusmérnök, a műszaki tudomány kandidátusa, tanszékvezető egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc)

TÓTH ÁLMOS

okl. geológus, kutatási főgeológus (Magyar Alumíniumipari Tröszt, Budapest)

TÓTH P. JÓZSEF

okl. geológusmérnök, okl. mélyfúrási geofizikus szakmérnök, főmunkatárs (Ipari Minisztérium, Budapest)

VIZY BÉLA

okl. geológus, osztályvezető főgeológus (Magyar Alumíniumipari Tröszt, Budapest)

DR. VÖLGYI LÁSZLÓ

okl. geológus, egyetemi doktor, osztályvezető (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest)

DR. ZELENKA TIBOR

okl. geológus, egyetemi doktor, főgeológus (Országos Érc- és Ásványbányák, Budapest)

Az összefoglalókat DUDKO ANTONYINA (orosz) és BÁNYAI BÉLA (angol, német) fordította.



# ELŐSZÓ

A Földtani Kutatás szerkesztőbizottsága 1989 márciusában felkért arra, hogy vállaljam el a hazai ásványi nyersanyagkutatás és értékelés korszerűsítése témában egy ún. célszám megszerkesztését. E megtisztelő felkérést azért fogadtam el, mert 1987 februárjától 1988 év végéig vezettem annak az operatív bizottságnak a munkáját, melynek feladatköre az 1/1987. IpM/KFH együttes utasítás megvalósítása volt, gyakorlatilag a fentivel megegyező témakörrel. 1989-re ezek a munkák annyira előrehaladtak, hogy közvetlen irányításukat a Központi Földtani Hivatal átvehette. A munka folytatását mint tanácsadó továbbra is segítem.

Ez a célszám egy áttekintő ismertetés után kutatás-metodikai cikkekkel folytatódik, majd egyes bányászati iparágak tapasztalatai és fejlesztési elképzelései következnek. A cikkek sorát néhány esettanulmány zárja, melyekkel az elmondottakat konkrét példákon mutatjuk be.

Sajnos a felkért szerzők közül nem mindenki vállalta el a kért tanulmány megírását. Ezért az itt közölt tizenkét tanulmány nem adhat teljes képet a korszerűsítés összes eredményéről és megoldásra váró feladatairól. Arra azonban alkalmas, hogy szemléltesse az eddig elért eredményeket és bemutassa további elképzeléseinket. Azt is szeretnénk, ha e cikkekkel vitára és hozzászólásokra serkenthetnénk az olvasókat, ami bizonyára a további munkák hasznára válna.

Bárdossy György







# A hazai ásványi nyersanyagkutatás és értékelés korszerűsítésének kérdései

A szerző ismerteti az ásványi nyersanyagkutatás korszerűsítésének irányítására 1987-ben létrehozott Operatív Bizottság munkájának eddigi eredményeit és a korszerűsítés előtt álló további feladatokat.

Ezen belül részletesen foglalkozik a hazai nyersanyagkutatás számítógépes hardver és szoftver ellátottságával, a számítógépes adatbázisok kiépítésével és a geostatistikai módszerek hazai alkalmazásával. Értékeli a szakemberellátottságot, valamint a szakmai továbbképzés szükségességét. A korszerűsítés egyik leglényegesebb témaköre a kutatási eredmények megbízhatósága és a kockázatelemzés, melyek hazai alkalmazását esettanulmányok egész sorában vizsgálják. Végül az új kutatási követelményrendszer és szakmai-módszertani előírás kidolgozásáról számol be.

A cikkben röviden ismertetett kérdésköröket részletesebben világítják meg e szám további cikkei, melyekre tanulmányában a szerző az adott kérdéseknél külön is hivatkozik.

## Bevezetés

A hazai ásványi nyersanyagkutatás az elmúlt évtizedekben számos jelentős eredményt ért el, amire geológusaink és geofizikusaink joggal büszkék lehetnek. Sajnos ennek ellenére számos területen elmaradtunk a nemzetközi élvonaltól. Az elmaradás okai főként saját magunkban keresendők: a képzés és a továbbképzés fogyatékosságaiban, a kutatásirányítás elbürokratizálódásában, valamint a nehezedő életkörülményekből és a bányászat térvesztéséből fakadó szakmai érdektelenségben. Hozzájárult ehhez a nyelvismeretek hiánya és a külföldi tanulmányutak korlátozottsága.

Az elmaradás leginkább a számítástechnika és informatika, továbbá az újonnan kifejlesztett geomatematikai értékelő módszerek alkalmazásában mutatkozik. Objektív számítások hiányában még mindig tisztázatlan az alul-, illetve túlkutatás kérdése és szinte teljesen figyelmen kívül maradt a kutatással és a bányalétesítéssel járó kockázat számszerű értékelése. A nyersanyagkutatás gyakran csak az ásványvagyon-számításra összpontosult, a bányalétesítést befolyásoló többi természeti paraméter megismerése pedig csak formális volt, az előrejelzések bizonytalanságáról pedig semmit sem mondott. A geofizikai nyersanyagkutatás az, ahol a számítástechnika leginkább tért nyert, de az együttes földtani-geofizikai kutatásértékelés terén még igen sok a tennivaló.

E helyzetet felismerve az Ipari Minisztérium és a KFH vezetői 1987 elején együttes utasítást hoztak Az ásványi nyersanyag-lelőhelyek kutatásának és értékelésének korszerűsítéséről címmel az utasításban foglaltak végrehajtásá-

nak irányítására Operatív Bizottságot hoztak létre. Ez a bizottság 1987. február 5-én alakult meg 15 fős létszámmal. Tagjait a különböző iparágak és központi intézmények szakemberei közül választották ki. A feladat végrehajtására ún. Munkaprogram készült az alábbi pontokkal:

1. A korszerűsítéssel kapcsolatos fogalmak és az ásványvagyon-gazdálkodás döntési csomópontjainak meghatározása.
2. Az ásványvagyon-kutatásra és -értékelésre vonatkozó legfontosabb természeti paraméterek meghatározása.
3. A korszerűsítés előfeltételeinek megteremtése:
  - a) számítógépesítés
  - b) szakmai továbbképzés
  - c) szakirodalom-gyűjtés és -feldolgozás
4. A kutatási módszeregyüttesek korszerűsítése.
5. A megbízhatóság és kockázat kifejezésére alkalmas mérőszámok rendszerének és megállapítási módjának kidolgozása nyersanyag-féleségenként.
6. A korszerűsítés módszertani tapasztalatainak megszerzése esettanulmányok formájában.
7. Új komplex követelményrendszer kidolgozása.
8. Szakmai módszertani előírás összeállítása és kiadása nyersanyag-féleségenként.

Az egyes programpontok megvalósítására az Operatív Bizottság ún. Munkacsoportokat hozott létre saját tagjaiból és felkért szakértőkből. Maga a bizottság negyedévenként ült össze. Ilyenkor megvitatták és véglegesítették az elkészült anyagokat, továbbá döntöttek a soron következő konkrét feladatokról.

## Az első és a második pont megvalósítása

E két pont kidolgozására Tóth P. József vezetésével hétfagú munkacsoport alakult. A résztvevők önállóan megírt alapozó tanulmányainak megvitatása és összedolgozása révén alakult ki 1987 szeptemberére az a tanulmány, mely a munkacsoport megállapításait és ajánlásait tartalmazza. A tanulmány egy-egy példányát megkapták a kutató- és a bányavállalatok, valamint a nyersanyagkutatással kapcsolatban álló intézetek és intézmények.

A tanulmány szerzői újragondolták és megfogalmazták az ásványi nyersanyagkutatás alapfogalmait és az érintett természeti para-



métereket. Ezeket mutatja be e szám második cikke, Tóth P. József összeállításában.

A tanulmány az eddigi merev kutatási-fázis-rendszer helyett egy sokkal rugalmasabb kutatásirányítási rendszer bevezetését ajánlja, mely a kutatás és bányalétesítési folyamat fő döntési csomópontjaihoz igazodik és ennek megfelelően négy szakaszra osztható:

1. A reménybeli ásványvagyonot ígérő kutatási területek kijelölésére irányuló kutatás, ami lényegileg az eddigi előkutatásnak felel meg.
2. A potenciális bányaterületek megállapítására irányuló kutatás, mely az eddigi felderítő fázissal rokon.
3. A bányatelepítésre kiválasztott nyersanyag-lelőhely részletes megismerésére irányuló kutatás, ami az eddigi előzetes és részletes fázis együttesének felel meg.
4. A bányaművelést és termelésirányítást szolgáló kutatás, mely az eddigi termelési kutatásnak felel meg.

Felmerül a kérdés, hogy hol itt a különbség? A különbség lényegét abban látom, hogy az eddigi fázisrendszerben az egyes fázisokat általánosan érvényes központi előírások szabályozták. Az előző fázis hatóságilag előírt követelményeinek teljesítése volt az előfeltétele a következő fázis megkezdésének. Ez a rendszer rengeteg bürokratikus megkötést tartalmazott; szigorú betartása, melytől az illetékesek is egyre többször eltekintettek, felesleges munkákat, idő- és pénzvesztést eredményezett. Ezzel szemben az újonnan javasolt rendszerben a döntéshozó vállalat vagy hatóság az adott célról és konkrét földtani adottságoktól függően maga fogalmazhatja meg ismeretességi és megbízhatósági igényeit. Minden egyes kutatási szakasz addig folyik, amíg a megfelelő döntéshozatalhoz szükséges ismereteket meg nem szerzik. Végző fokon a döntéssel járó kockázat mértéke szabja meg tehát, hogy a következő szakaszba tovább lehet-e lépni, vagy sem. Véleményem szerint, mivel a döntéshozó a kutatás és a bányalétesítés finanszírozója, rá kell bízni, hogy saját kockázatára maga határozza meg az egyes döntési csomópontokhoz rendelt követelményeket.

Itt szeretném hangsúlyozni, hogy ásványi nyersanyagkutatásunkban a kutatási és a bányászati kockázat számszerű meghatározása eddig szinte semmilyen szerepet nem kapott, eltekintve néhány empirikus, nem számszerűsített gazdasági jellegű becsléstől. Ezért a kockázat még a nagy volumenű bányalétesítési döntéseket sem befolyásolta érdemben. A következmények közismertek. Ugyanakkor a kockázatelemzésnek külföldön az utóbbi években gazdag szakirodalma jelent meg és személyes tapasztalataim szerint ma a kockázatelemzés a fejlett ipari országokban a nyersanyagkutatás és a bányalétesítés nélkülözhetetlen részét képezi.

Az első két ponttal kapcsolatosan szeretnék még egy, szerintem alapvető fontosságú megállapítást hangsúlyozni, nevezetesen azt, hogy az ásványi nyersanyagkutatás alkalmazott

földtani-ipari tevékenység, melynek célja gazdasági hasznót eredményező ásványvagyon megismerése. Az ásványi nyersanyagkutatás tehát egy gazdasági jövedelemtermelő tevékenység első lépése. Ugyanakkor ma még sok kollegánk szemében a nyersanyagkutatás pusztán ismeretszerző földtani tevékenység, függetlenül attól, hogy gazdasági hasznót eredményez-e vagy sem. Holott ez a gazdasági szempont a meghatározó, ez szabja meg az egész kutatási folyamatot. Ez a felfogás, véleményem szerint, nem hogy csökkentené a tudományos földtan szerepét és fontosságát a nyersanyagkutatásban, hanem éppen ellenkezőleg, a tudományos munka gazdasági jelentőségét fokozottabban értékeli.

#### *A korszerűsítés előfeltételeinek megteremtése*

Kezdetől fogva tudatában voltunk annak, hogy a legjobb javaslatok, kutatásirányítási változtatások sem vezethetnek tényleges korszerűsítéshez, ha nem teremtjük meg annak szakmai és tárgyi előfeltételeit. Ezekkel foglalkozik a Munkaprogram harmadik pontja.

Meghatározónak tekintettük a számítógépesítést és a geometematikai módszerek elterjesztését. Ehhez először az adott helyzetet kellett felmérni. Ezért Lengyel Vilmosné vezetésével hét szakemberből álló munkacsoport alakult a nyersanyagkutatásban résztvevő számítógépalomány (hardver), a működtetésükhöz alkalmazott programok (szoftver) és a munkákban részt vevő szakemberek körének felmérésére. Ilyen felmérési kísérletek már korábban is voltak, de nem jártak megfelelő eredménnyel, mert a kiküldött körkérdésekre olyan pontatlan válaszok érkeztek, melyeket egyszerűen nem lehetett összesíteni. Ezért a munkacsoport tagjai előre kidolgozott terv szerint az összes érintett vállalatot és intézményt felkeresték és egységes szempontok szerint mérték fel a hardver-, a szoftver- és a szakemberállományt. Az országos összesítés 1987 áprilisára készült el a következő eredményekkel:

**Hardver.** A vártnál több, mikro-, személyi- és professzionális személyi számítógépet találtak, szám szerint 149-et, de ezek 35 különféle típust képviseltek. Nyilvánvaló, hogy a számítógép-beszerzés egységes koncepció nélkül történt. Ez a helyzet megnehezíti összekapcsolt számítógép-rendszerek kiépítését, továbbá a programok kölcsönös elterjesztését.

Nagy különbségek mutatkoznak az egyes iparágak hardver ellátottságában. Viszonylag jó, de még korántsem teljes a MAELGI, az OKGT és a MAT ellátottsága, melyektől az OÉÁ és a szénbányászat ellátottsága messze elmaradt. Sajnálatosan gyenge az egyetemek földtani tanszékeinek ellátottsága.

A felmérést az ország összes érintett vállalatához és intézményéhez eljuttattuk azzal a javaslattal, hogy további fejlesztéseik során elsősorban az IBM PC és a velük kompatibilis számítógépek beszerzését szorgalmazzák.



A felmérésnek komoly visszhangja volt, olyannyira, hogy a KFH elnökének utasítására a munkacsoport a felmérést 1988. július 1-i állapot szerint megismételte. A nehéz gazdasági helyzet ellenére egy év alatt 149-ről 231-re nőtt a számítógépek száma. Ezen belül, remélhetőleg az Operatív Bizottság véleményét is figyelembe véve, az IBM PC és a velük kompatibilis számítógépek száma 44-ről 95-re nőtt.

Külön értékelte a munkacsoport az ún. nagy számítógépeket. Ezekből 1987 áprilisában hét működött a nyersanyagkutatásban; számuk 1988 júliusára kilencre nőtt. Öröm az örömben, hogy hétféle típust képviselnek. Kettő a MAELGI, kettő az OKGT központ, kettő az NKfV (Szolnok), kettő a MAT központ és egy a Borsodi Szénbányák tulajdonában van. Az utóbbi csak kis arányban vesz részt a nyersanyagkutatás értékelésében. Öröndetes, hogy 1988-ban már 46 különféle rajzgép (plotter) és 18 digitalizáló segítette a kiértékelés munkáját.

Többfelé tapasztaltuk, hogy a vállalati, vagy intézményi számítóközpontok szeretnek elkülönülni a közvetlen kutatástól. Azt kívánják, hogy megbízásokat kapjanak, amit ők majd kielégítenek. Ezzel szemben a nálunk fejlettebb országokban éppen ellenkező irányzatot figyelhettem meg; arra törekednek, hogy minél több ún. interaktív számítógépes munkahely létesüljön, minél több geológus használhassa közvetlenül a számítógépet, ha más nem, egy terminálon keresztül. Ezt kellene idehaza is szorgalmazni.

**Szoftver.** A felmérés közel 200 kisebb-nagyobb program használatát jelezte. Ezek egy részét idehaza fejlesztették ki, elsősorban a MAELGI, az OKGT, a MAT és a BISZT szakemberei, másik részük külföldről származik. A legtöbb program a szénhidrogén-kutatás, a geofizika, az ásványvagyon-nyilvántartás és a műrevalósági minősítés tárgykörébe tartozik. Feltűnően kevés a bányaföldtani és kutatásirányítási program. Az 1988-ban megismételt felmérés a programok számának öröndetes növekedését és egyre szélesebb körű elterjedését jelezte. Elősegítette ezt a MÁFI-ban 1988 májusában rendezett „Geoszoftver” kiállítás és programdokumentáció is.

A hardver- és a szoftverfelmérés többszáz adatlapon rögzített alapidokumentációjának egy-egy példánya a KFH-ban, a Földtani Társulatban és Lengyel Vilmosnál (MAT) található és az érdeklődők rendelkezésére áll.

**Szakember-ellátottság.** Már 1987-ben viszonylag sokan, 283-an vettek részt a nyersanyagkutatás számítógépes munkáiban; igaz teljes munkaidejüknek többnyire csak a felét, vagy harmadát fordították ilyen munkákra. Szakmájuk szerint a legtöbben alkalmazott matematikusok (85), geofizikusok (74) és geológusok (61). A fennmaradó részt rendszerszerzők, bányamérnökök, közgazdászok és külső szerződéses szakemberek adják. A geológusok összlétszámához képest számarányuk igen alacsony, a többség még a számítástechnika alap-

jait sem ismeri és matematikai tudása is igen gyenge. Ez különösen a 40 évnél idősebb korosztályra vonatkozik. Véleményem szerint ma a geomatematikai módszerek és a számítástechnika szélesebb körű alkalmazásának legfőbb akadálya nem a hardver, vagy a szoftver elégtelensége, hanem a geológusok kellő szakképzettségének hiánya.

A nyersanyagkutatás és -értékelés korszerűsítésének egyik legfontosabb előfeltétele megfelelő számítógépes *adatbázisok* kialakítása és működtetése. Ezért a munkacsoport ezt is felmérte előbb 1987-ben, majd 1988. július 1-i állapot szerint. Az utóbbi időpontban a nyersanyagkutatásban 26 vállalatnál és intézménynél 84 adatbázis működött. Ezeknek az adatbázisoknak belső szervezettsége, terjedelme és számítástechnikai színvonala igen eltérő, egy részük csak adatbázis-szerű rendszernek nevezhető. Úgy érzem, szükséges erről a kérdésről külön is néhány szót ejteni.

Mint ismeretes, *adatbázisnak* egymással kapcsolatban álló adatok olyan szervezett halmazát értjük, melyet feldolgozásra alkalmas formában számítógépen rögzítettek. Minden adatbázishoz adatbáziskezelő program tartozik, mely az adatállomány kezelését (beszúrás, törlés, kiegészítés, módosítás, keresés, lekérdezés, listázás, kinyomtatás) lehetővé teszi. Sajnos a fent említett adatbázis-szerű rendszerek adathordozói mágnesszalagok, vagy kazetták; másutt szekvenciális file-okon rögzítették az adatokat. Mindezek csak igen lassú és körülményes adatkezelést tesznek lehetővé.

Az adatbázisok kiépítettsége is igen eltérő, vannak olyanok, melyek 40–50 paraméterre terjednek ki és többszázezer rekordot tartalmaznak. (A rekord egymással kapcsolatban álló adatok egységként kezelt halmaza). De találtunk néhány olyan adatbázist is, melyek kevesebb mint 100 rekordot tartalmaztak. Ezek az adatbázisok, amennyiben nem feltöltés alatt állnak, a kutatás számára értéktelenek.

A legtöbb működő adatbázis, szám szerint 20 az ásványvagyon-számítást, nyilvántartást, a műrevalósági minősítést és az éves mérlegek elkészítését szolgálja. Legfontosabb közülük a MÁFI és a MAELGI 1980 óta közösen működtetett országos ásványvagyon adatbázisa. A MAT és a MÉV is korszerű, jól működő ásványvagyon adatbázissal rendelkezik. A szénhidrogén-kutatás speciális feladatait tíz adatbázis szolgálja. Külön ki kell emelni a GKV 50 paraméterre kiterjedő, több mint egymillió rekordot tartalmazó központi adatbázisát.

A felszíni geofizikai mérések adatainak tárolására a MAELGI számos adatbázist hozott létre; ezeket összevontan értékeltük. Sajnos kevés a közvetlen kutatásirányítást szolgáló adatbázis. Közülük elsősorban a BKV 1987 óta kifejlesztett három adatbázisa és a MAELGI „KIR” elnevezésű adatbázisa érdemel említést. Kevés és gyenge kiépítettségű a bányaföldtani adatbázis.

Sajnos egyetlen iparág adatbázis kiépítettsége sem éri el a legfejlettebb ipari országok



színvonalát. Adatbázis-kiépítettség tekintetében jelenleg szénbányászati vállalataink helyzete a legrosszabb, bár itt is vannak öröndetes kivételek, pl.: Veszprémi Szénbányák, Borsodi Szénbányák. Új adatbázisok létesítését számos helyen az akadályozza, hogy az érintett vállalatok vezetői és geológusai nem ismerik kellően az adatbázisok által nyújtott előnyöket és csak az adatbázis kiépítésével járó többletmunkát érzékelik. Véleményem szerint az Ipari Minisztériumnak és a KFH-nak minden eszközzel támogatni és szorgalmazni kellene új adatbázisok létesítését és a meglevők továbbfejlesztését.

1988 áprilisában a *geostatistikai módszerek* hazai alkalmazásáról is felmérést készítettünk. Itt szeretném hangsúlyozni, hogy a geostatistika nem egyszerűen statisztikai módszerek alkalmazása a földtani kutatásban, hanem különálló matematikai módszeregyüttes. A geostatistika az ún. regionalizált valószínűségi változók elméletén alapul, melyet a hatvanas évek elején a francia G. Matheron professzor dolgozott ki. Magyarországon a hetvenes évek végén történtek az első lépések a geostatistika alkalmazására először a bauxit, majd az uránérc és az építőanyagipari kutatásban. A szükséges programokat alkalmazott matematikusokkal együttműködésben idehaza fejlesztették ki.

Felmérésünk szerint a geostatistikai módszerek alkalmazása jelenleg a hazai bauxit-kutatásban a legelterjedtebb. A rövid hatástávolságok miatt elsősorban a részletes kutatásnál, továbbá a működő bányüzemek termelési kutatásának értékelésére használják. Az igen rövid hatástávolságok miatt az uránércbányászban is elsősorban a termelési kutatásban kerültek alkalmazásra. Feltűnően eredményes alkalmazási területnek bizonyult a kavics- és a cementipari kutatás. A számításokat a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat (FTV) szakemberei kezdeményezték és végzik ma is.

A kőszén- és lignitkutatásban elsőként a Mátraaljai Szénbányáknál végeztek geostatistikai számításokat a KBFI szakemberei, majd az Oroszlányi és a Borsodi Szénbányáknál került sor további számításokra. A viszonylag nagy hatástávolságok (500–1500 m) miatt geostatistikai számításokat már az előzetes fázisban, kedvező települési viszonyok esetén a felderítő kutatás során is alkalmazni lehet. Az OEÁ a recski előfordulás egy kisebb részterületén végeztetett geostatistikai számításokat. Sajnos egy kísérlet kivételével a szénhidrogén-kutatásban a legutóbbi időig nem került sor geostatistikai módszerek kipróbálására, holott erre a külföldi szakirodalomban egyre több példát találunk.

A felmérés óta az Operatív Bizottság javaslatára a KFH több kőszénelőforduláson végeztetett geostatistikai számításokat. Ezek eredményeiről a Munkaprogram hatodik pontjánál számolok be. A geostatistika szélesebb körű alkalmazásának legfőbb földtani korlátja az ún. *hatástávolság*, melyet mint ismeretes, a

félvariogramokból lehet leolvasni. Ha a fúrások távolsága a hatástávolság kétszeresénél nagyobb, úgy a „klasszikus” geostatistika nem alkalmazható. Az ún. „fuzzy-set” elmélet alkalmazásával a geostatistikai számításokba geofizikai mérések adatait is be lehet vonni, ami által a geostatistika alkalmazási területe lényegesen kibővíthető. Egy-egy kiválasztott bauxit-, illetve szénhidrogén-előforduláson végzett ez irányú számításaink biztató eredménnyel jártak.

Hangsúlyozni szeretném, hogy semmi értelmét nem látom a geostatistika mindenre kiterjedő erőltetett elterjesztésének. Vannak előfordulások, ahol a kutatások értékelésére, speciális földtani adottságok miatt más módszerek alkalmasabbak. Ezért van szükség az újonnan kidolgozott geometematikai módszerek minél szélesebb körű megismerésére. Ennek egyik példaként Juhász Erika és O. Kovács Lajos cikke mutatja be a többváltozós diszkrimináns analízist e szám keretében.

Az új módszerek megismertetését nagyban elősegítheti a Magyarhoni Földtani Társulat keretében 1988 szeptemberében megalakult Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály, melyben már eddig is számos, a kutatás korszerűsítésével foglalkozó előadás hangzott el.

Az előzőekben ismertetett felmérések nyomán nyilvánvalóvá vált, hogy a korszerűsítés egyik legfőbb akadálya az, hogy szakembereink ismeretei nem tartottak lépést a világszerte bekövetkezett rohamos fejlődéssel, elsősorban a számítástechnika és a geometematikai módszerek alkalmazása terén. A bizottság véleménye szerint ezen szervezett *szakmai továbbképzéssel* lehet a leghatékonyabban segíteni. Ezért Varga Péter vezetésével 17 tagú Oktatási Bizottság alakult a továbbképzés megszervezésére és lebonyolítására. A bizottság úgy döntött, hogy kis létszámú, konzultációs jellegű tanfolyamokat szervez a külföldön bevált ún. „workshop” tanfolyamok példájára, melyeket mindig az adott vállalatnál kell megtartani.

1987-ben először hét kiválasztott alapozó témában egy-egy kísérleti tanfolyamra került sor, ahol kipróbáltuk mind a tematikát, mind a tanfolyamok lebonyolításának módját. A tanfolyamok a vártnál jobb fogadtatásban részesültek, ami elsősorban a felkért előadók lelkesedésének és alapos felkészülésének volt köszönhető. Kialakult, hogy vidéken utaztatási okokból legjobb a tanfolyamokat két egymás után következő napon tartani, átlagosan 10 óra terjedelemben. Ez elégséges a leglényegesebb ismeretek közlésére és megvitatására, mely nyomán akár egyéni tanulással, akár hosszabb szaktanfolyamok segítségével az ismereteket teljesebbé lehet tenni.

A rendszeres továbbképzés 1988 tavaszán indult meg. 1988-ban a hét alaptémában összesen 26 tanfolyamot tartottunk. A legtöbb tanfolyamot a számítástechnika a nyersanyagkutatásban, a valószínűségszámítás és a statisztika földtani alkalmazásai és



a geofizika új módszerei témakörben kérések a vállalatok. 1989-ben az alapozó tanfolyamok mellett további 25 szűkebb tematikájú és magasabb szintű tanfolyamot is szerveztünk a vállalatok és intézmények javaslatai alapján. Ilyenek például az adatbázisok létesítése és használata, a geostatisztika alkalmazási területei, a bizonytalanság és a kockázatszámítás a nyersanyagkutatásban, a bányageofizika és a medenceanalízis. E tanfolyamok lebonyolítása jelenleg is folyamatban van.

Az ásványi nyersanyagkutatás korszerűsítése nem érheti el célját, ha az érintett bányamérnökök nem szereznek tudomást célkitűzéseinkről, nem ismerik meg a bevezetésre kerülő új módszereket. Ezért felvettük a kapcsolatot a Miskolci Nehézipari Egyetem bányamérnöki karának vezetőivel. Kezdeményezésünket igen kedvezően fogadták és minden reményünk megvan arra, hogy együttes erőfeszítéssel a szakmai továbbképzés ebben az irányban is kiterjedhet. Ugyancsak a szakmai továbbképzést segíti az ELTE Alkalmazott Földtani Tanszéke által szervezett kétéves geomatematikai szaktanfolyam, mely 1989 tavaszán indult meg.

Kíváncsok, hogy a korszerűsítés kapcsán feldolgozott témák az egyetemi geológusképzésben is megfelelő helyet kapjanak.

A korszerűsítés további előfeltétele a külföldön folyó szakmai fejlődés folyamatos figyelemmel kísérése, az új módszerek hazai kipróbálása és adaptálása érdekében. Ez a *szakirodalom figyelése* útján történhet. Ezt a tevékenységet segíti elő a hetedik éve havonta megjelenő „Geológiai és geofizikai szakirodalmi tájékoztató”. Ez a kiválóan szerkesztett folyóirat azonban a teljes földtani és geofizikai tudományterületet tekinti át és ezért nem várható el tőle a nyersanyagkutatás korszerűsítésével kapcsolatos témák teljes körű figyelése és feldolgozása.

A MÁFI közvetítésével ezért a hannoveri Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe intézettel sikerült olyan megállapodást kötni, hogy kéthavonta megküldik a MÁFI-ba a tárgykörben megjelent publikációk jegyzékét, sőt 1970-ig visszamenőleg is megküldték az irodalomjegyzéket. Ez a korszerűsítés további munkáit lényegesen elősegíti.

Az ilyen szerteágazó, több ezer tételes szakirodalom jegyzékekből való tanulmányozása azonban rendkívül időigényes, fáradságos feladat. A megoldást a számítógépes szakirodalom-adatbázisok jelentik. 1989-ben egy hazai és egy külföldi szakirodalmi adatbázist létesítettem, melyek feltöltése folyamatban van. A közel száz kulcsszó segítségével a korszerűsítés összes témakörét gyorsan és egyszerűen át lehet tekinteni. Megoldatlan viszont, miként lehetne a Munkaprogramban részt vevő szakemberek körén túl e szakirodalom-értékelést közzé tenni. Erre szerintem a MÁFI lenne hivatott.

## A kutatási módszeregyüttesek korszerűsítése

Az eddig leírtak a korszerűsítés elméleti és gyakorlati feltételeit teremtik meg, a tényleges korszerűsítés a kutatási módszeregyüttesek keretében valósul meg. Erre irányul a Munkaprogram negyedik pontja. Az Operatív Bizottság 1987-ben úgy döntött, hogy öt tanulmány készítését rendeli meg az e célra alakított szakértői munkacsoportoktól. Közülük egy tanulmány foglalkozik a szénhidrogén-kutatással, a többi négy pedig a szilárdásvány-kutatás egy-egy részterületével az alábbi bontásban:

- Az elő- és felderítő kutatás módszeregyüttesei. A tanulmányt Somos László vezetésével a MÁFI szakemberei készítették el.
- A bányatelepítésre kiválasztott területek kutatásának földtani módszeregyüttesei. A tanulmányt Falus Gábor, Sinóros Sz. Lóránd és Tóth P. József készítették.
- A bányaföldtani kutatási módszeregyüttesek korszerűsítése a szén-, érc- és ásványbányászatban. Széles Lajos vezetésével hat szakember állította össze.
- A szilárdásvány-kutatásban alkalmazott geofizikai módszerek. Ráner Géza vezetésével a MAELGI geofizikusai és felkért külső szakértők készítették. Ez a tanulmány az előző három geofizikai kiegészítése, azt foglalja össze, hogy a kutatási folyamat egyes szakaszaiban milyen geofizikai módszereket lehet alkalmazni.

A szénhidrogén-kutatási tanulmány Kókai János vezetésével 10 szakember műve. Felkérésünknek megfelelően mind az öt tanulmány előbb a jelenlegi helyzetet, majd a korszerűsítés javasolt irányát, annak lehetőségeit vizsgálja.

A tanulmányok részletes ismertetésére e cikk keretében nincs lehetőség. Példaként a szénhidrogén-kutatással foglalkozó tanulmány összefoglalását közöljük, továbbá Dobróka Mihály, Gyulai Ákos, Ormos Tamás és Takács Ernő tanulmányát a hazai bányabeli geofizikai mérések helyzetéről a szén- és bauxitbányászatban. Az érc- és ásványbányászati nyersanyagok kutatási módszeregyüttesének korszerűsítését tekinti át a teleptani típusok függvényében Zelenka Tibor cikke.

E témakör keretébe tartozik az a munka is, amit a MAT központ megrendelésére Haas János vezetésével egy tíz főből álló munkacsoport készített a hazai reménybeli bauxitvagyron felmérésének és kutatásának korszerűsítéséről. Tanulmányuk legfontosabb megállapításait tartalmazza a Haas János és Tóth Álmos által írt és e számban közölt cikk. Ugyancsak kutatási módszeregyüttesek témakörébe tartozik az a cikk is, amit Szilágyi Gábor és Vízny Béla írt a hidrogeológiai és bányavízvédelmi kutatások korszerűsítéséről.

### Megbízhatóság és kockázat

A Munkaprogram ötödik pontja a megbízhatóság és a kockázat kifejezésére alkalmas mé-



rőszámok rendszerének kidolgozását irányozta elő nyersanyagféleségenként. Hazai tapasztalataink e téren minimálisak voltak, ezért a feladat teljesítése különösen nehéznek bizonyult.

1988 elején öt munkacsoportot alakítottunk Kuhn Tibor, Széles Lajos, Fodor Béla, Virágh Károly és Félégyházi Zsolt vezetésével a szénhidrogén, szén és lignit, bauxit, uránérc, valamint az érc- és ásványbányászat szakterületére. A tanulmányok 1988 novemberére készültek el. Ezek az első olyan tanulmányok a hazai nyersanyagkutatásban, melyek logikus sorrendben lépésről lépésre elemzik a kutatás értékelése és a vagyonszámítás során felmerülő bizonytalanságokat és hibaforrásokat. A feladatnak megfelelően a tanulmányok a természeti paraméterek hibaelemzésére irányultak, a gazdasági (pénzügyi) követelmények vizsgálatára nem terjedtek ki. A tanulmányok közül Fodor Béla és Tóth Álmos szerkesztésében a bauxitkutatás és bányászattal kapcsolatos megbízhatósági és kockázati értékelést közöljük e számban.

Mint várható volt, megfelelő tapasztalatok hiányában a kockázatomeghatározás témakörében a tanulmányok még nem tudtak teljes értékű válaszokat adni. Ezért megfelelő külföldi tapasztalatok megszerzése után e részfeladat megoldása 1989-re maradt.

#### *Esettanulmányok (A Munkaprogram 6. pontja)*

Az esettanulmányok célja a bevezetésre kiszemelt módszerek kipróbálása egy-egy előfordulás konkrét földtani adottságai között. Ezek a munkák 1988-ban indultak, miután a Munkaprogram első öt pontjának teljesítésével már jobban kirajzolódtak előttünk a kutatás-értékelés új irányai. A pénzügyi erőforrások korlátozottsága miatt a köszénkutatásra összpontosítottunk az 1988. évi esettanulmányokat, mert úgy láttuk, hogy ezen a területen van leginkább szükség megújulásra.

Öt esettanulmány elkészítésére alakítottunk egy-egy munkacsoportot az adott előfordulást legjobban ismerő geológusok, valamint a geomatematikai feldolgozásban járatos szakemberek részvételével. A feladat elsősorban a geostatistikai eljárások kipróbálása volt, de emellett a klasszikus statisztikai számításokat is elvégezték és ahol erre mód nyílt, összevetették a kutatások értékelésének eredményeit a bányászati tapasztalatokkal. Külön cél volt az előfordulások tektonikai felépítésének geomatematikai értékelése. Az előfordulásokat úgy választottuk ki, hogy feketekőszén, barnakőszén és lignitelőfordulások egyaránt szerepeljenek közöttük.

A tanulmányok közül a dudarit, a Dorog-lencse-hegyit és a dubicsányit rövidített formában ebben a számban is bemutatjuk. A fennmaradó két tanulmány a Mecseki Szénbányák István aknai II. telepéről és a Mátraaljai Szénbányák Thorez bányauzem K—II. külfejtéséről

készült. Az Operatív Bizottság által finanszírozott fenti számításokon túlmenően javaslatunkra az Oroszlányi Szénbányák a Bokod-dél területen végeztetett geostatistikai számításokat a MAT szakembereivel, valamint az OÉÁ megrendelésére a recski előfordulás szkarnos telepéről készült geostatistikai értékelés három dimenziós krigeléssel.

A bizottság véleménye szerint a fenti tanulmányok egytől-egyig eredményesek voltak. Egyrészt bebizonyították az új geomatematikai eljárások alkalmazhatóságát ezeken az előfordulásokon, másrészt a hibameghatározás terén is előrelépést eredményeztek. Ugyanakkor a tektonikai felépítés értékelése, bár sok tekintetben előrehaladt, még mindig nem tekinthető megoldottnak.

Az 1988. évi eredményes számítások alapján javaslatunkra az Ipari Minisztérium és a KFH újabb esettanulmányokat rendelt meg 1989-ben. Ennek keretében további statisztikai-geostatistikai értékelések kezdődtek a Kápolna—Ny, Márkus-hegy, Balinka, Lencse-hegy, Putnok, Mány és Komló-Zobák szénelőfordulásokon, valamint az úrkuti mangánérc-előforduláson. 1990-re is áthúzódóan Bükkábrány és Zsámbék—É szénelőfordulásokon is számítások kezdődtek. Ennél is fontosabb, hogy kockázatszámítások kezdődtek a KFH megrendelésére a Dorog-Lencse-hegy és a Márkus-hegy—dél szénelőfordulásokon, valamint a fehérvárurgói öntődei és üveghomok előforduláson.

Szeretnénk a kockázatelemzés módszereit minél több hazai nyersanyag-előforduláson kipróbálni. A célunk az, hogy minden egyes kutatási és bányaleléstési döntést a jövőben a kockázat számszerű értékelésével lehessen alátámasztani.

#### *Új komplex követelményrendszer kidolgozása*

E feladat teljesítésére 1988 végén alakult meg egy tizenegy tagú munkacsoport Tóth P. József vezetésével. A munkacsoport áttekintette és összesítette a korábban elkészült tanulmányokat. Részletesen megvitaták a kutatási fázisok és az ismeretességi kategóriák alkalmazásának új irányelveit és követelményeit. Az esettanulmányokkal párhuzamosan folyik a kockázatelemzés hazai metodikájának és követelményeinek kidolgozása. Rögzítik a kutatási zárójelentések új tartalmi követelményeit. Ezek az értékelések már a nyersanyagkutatás bányászati és pénzügyi-gazdasági vonatkozásaira is kiterjednek.

A munkacsoport 1989 végére fejezte be ajánlásai összeállítását. Ezek egyrészt az összes nyersanyagra vonatkozó általános követelmények, másrészt részletes kidolgozásra kerültek a szilárdásványkutatás követelményei. A szénhidrogén-kutatás specifikus követelményrendszerét az OKGT szakemberei dolgozzák ki a munkacsoporttal szorosan együttműködve.



Azt tervezzük, hogy a korszerűbb kutatási és értékelési módszerek bevezetésének megkönnyítésére részletes módszertani előírást állítunk össze nyersanyag-féleségenként. Ezt a munkát szeretnénk 1990-ben befejezni. Ebben az anyagban részletesen leírnánk nyersanyag-féleségenként az ajánlott kutatási módszer-együtteseket, a kutatás döntési csomópontjainál megkövetelhető ismereteket, illetve azok pontosságát. Foglalkozni fogunk a kutatási eredmények kiértékelésének módjával, a vagyonszámítással és annak gazdasági értékelésével.

Nem szeretnénk a kutatók kezét valamiféle „szolgálati szabályzattal” megkötni. E munka célja a korszerű módszerek bevezetésének megkönnyítése, szem előtt tartva a folyamatos továbbhaladás szükségességét.

### **Összefoglalás**

Mint a leírtakból kiderült, a munka megkezdése óta két és fél év telt el. Az Operatív Bizottság, valamint a munkacsoportok munkájában már eddig több mint 150 szakember vett részt. A szakmai továbbképző tanfolyamok, a szakmai konzultációk és üzemlátogatások során pedig többszáz geológusnak és geofizikusnak sikerült elképzeléseinket, legalább vázlatosan ismertetni. A Földtani Kutatás mostani száma pedig azt a célt szolgálja, hogy minél többen írásban is megismerhessék eddigi eredményeinket és további célkitűzéseinket.

Úgy érzem, hogy a munka java még előttünk áll. Sikerült ugyan az alapelveket megfogalmazni és a korszerűsítés fő irányait kijelölni, de hátra van még az illetékes hatóságokkal való jóváhagyatása. Ezzel párhuzamosan kell az új kutatási és értékelési módszereket elterjeszteni. Ezen belül különösen a kutatási adatbázisok és a naprakész számítógépes kutatásirányítás bevezetése lesz nehéz feladat.

Véleményem szerint az általunk körvonalazott korszerűsítéshez, ha szűkösen is, a technikai előfeltételek adottak. A fő nehézséget szerintem egyrészt a szükséges szakismeretek hiánya, másrészt a nem megfelelő „hozzaállítás” okozza. Meggyőződésem, hogy az egyetemi oktatás korszerűsítésével, az előzőekben ismertetett továbbképző tanfolyamokkal és nyelvtanfolyamokkal a szakmai színvonalat igen rövid idő alatt a szükséges színvonalra lehetne emelni.

Sokkal nehezebb a „hozzaállítás” problémája, az utóbbi időben annyira elterjedt passzivitás és érdektelenség miatt. A mai nehéz időkben sok panaszt hallani a geológia és a nyersanyagkutatás presztizsvesztéséről, leértékelődéséről. Ezért sokan visszahúzódnak és úgy tűnik, nem is törekednek helyzetükön változtatni. A presztizsvesztésnek, bármennyire is fájdal-

mas, részben magunk is okai vagyunk, azzal, hogy fokozatosan elmaradtunk a világ rohamos fejlődésétől. Ezért úgy érzem, személyes érdekünk a nyersanyagkutatás mielőbbi radikális megújítása, korszerűsítése. Olyan szakmai színvonalat kell elérnünk, mely mellett munkánk fenntartása a gazdaság irányítói számára megéri a befektetett pénzt. Továbbmenve, olyan szavahihetőségre kell szert tennünk, hogy a nyersanyagkutatás minden kérdésében szavunk nélkülözhetetlen legyen.

Végezetül mindehhez a vállalatok és intézetek sokszáz geológusának és geofizikusának egyetértő részvételén túl főhatóságaink vezető szakembereinek tevékeny együttműködésére is szükség van. Érdemi eredményt csak akkor érhetünk el, ha a vezetők és a vezetettek egyaránt megteszik a maguk részét a korszerűsítés érdekében.

Bárdossy, György:

### *Problems of the modernization of the exploration and evaluation of mineral raw materials in Hungary*

The author summarizes the results achieved till now by the operative committee created in 1987 for directing the modernization of the exploration for mineral raw materials and the further tasks concerning modernization.

Within this field he deals in detail with the hardware and software supply of computers given to the exploration of raw materials in Hungary, with the construction of computer-aided data bases and with the utilization of geostatistical methods in Hungary. He evaluates the state of supply with experts and the necessity of professional extension training. One of the most important topic of modernization is the reliability of the exploration results and the risk analysis, the domestic application of which is examined in a whole series of case studies. Finally he gives account on the elaboration of the new requirement system for exploration and of the professional-methodical prescription.

The topics described in brief in this article are elucidated in more details in further articles of this issue, to which the author refers specially in his study in connection with the arising problems.

Дьёрдь Бардошши

### *Вопросы модернизации поисков и разведки минерального сырья в Венгрии*

В статье излагаются результаты работ Оперативной Комиссии, созданной в 1987 году для управления модернизацией поисков и разведки полезных ископаемых, а также ее дальнейшие задачи.

В связи с этим подробно рассматривается оснащение отечественной рудной промышленности вычислительной техникой и ее программное обеспечение, а также создание в Венгрии банков данных и применение статистических методов. Автором оценивается обеспеченность кадрами, а также необходимость повышения квалификации специалистов. Одной из наиболее важных областей модернизации является надежность результатов и анализ риска, изученные на ряде отечественных примеров. Далее рассматриваются работы, связанные с разработкой системы требований и научно-методических инструкций проведения поисков и разведки полезных ископаемых.

Круг вопросов, затронутых в статье, более подробно освещается в дальнейших статьях этого выпуска, на которые ссылается автор при рассмотрении конкретных тем.



# Pályázati felhívás!

A GEDEON TIHAMÉR Alapítvány  
díjat tűz ki

bauxitgeologia vagy timföld-kémia

tárgykörben kiemelkedő eredményeket elért, a pályázat benyújtásakor 35. életévét még be nem töltött fiatal szakemberek részére.

1990-ben pályázni lehet 1985. január 1. óta hazai vagy külföldi folyóiratokban megjelent közleménnyel, könyvvel, könyvrészlettel, megadott szabadalommal, megvédett egyetemi doktori, illetve kandidátusi értekezéssel.

A pályamunka a bauxit-feldolgozás, timföld-gyártás során melléktermékként keletkező anyagokra (pl. ritkafémek kinyerése, hulladék-hasznosítás), a timföld különleges felhasználására, környezetvédelmi problémák megoldására, a számítástechnika alkalmazására az adott területen is vonatkozhat.

A pályázatot elnyerő 15 000,— Ft-os díjban részesül és ezzel együtt részére kisplasztikát adnak át.

A díjra többszerzős munkával is lehet pályázni, de ebben az esetben a társszerzőktől nyilatkozatot kell kérni, hogy a munka milyen hányada a pályázó teljesítménye.

A pályázatokat 1990. május 30-ig lehet beadni a Budapesti Műszaki Egyetem Tudományos Osztályára (1521 Bp., Műegyetem rkp. 3. K. ép. I. em. 8/a.). A megjelent munkák különlenyomatait, vagy másolatait 6 példányban kell csatolni.

A pályázatokat bírálóbizottság értékeli, melynek elnöke a Budapesti Műszaki Egyetem rektora, tagjai a Veszprémi Vegyipari Egyetem, a Nehézipari Műszaki Egyetem (Miskolc), a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége és a Magyar Tudományos Akadémia képviselői.

A bírálóbizottság 1990. augusztus 31-ig dönt a díj adományozásáról és a díj átadására 1990. szeptemberben kerül sor.

Budapest, 1990. január hó.

(Dr. Fodor Lajos)  
a kuratórium elnöke

## Alláskínálat

A Központi Földtani Hivatal szakmai kiadványán keresztül is elő kívánja segíteni a szakterületen dolgozók elhelyezkedését, illetve a vállalatok, intézetek s egyéb vállalkozási formák szakemberigényeinek kielégítését/biztosítását.

Ezért a jövőben minden számunkban megjelenik az **ALLÁSKÍNÁLAT** oldal, melyben **ALLÁST KERES** és **ALLÁST AJÁNL** rovatban **hirdetési díj nélkül** közöljük az igényeket. A hirdetéseket a Központi Földtani Hivatal (Földtani Kutatás szerkesztőbizottsága) 1051 Budapest, Arany János u. 25. címen lehet feladni.

Szerkesztő



# A hazai ásványi nyersanyagkutatás alapfogalmainak és természeti paramétereinek újraértékelése

A tanulmány az ásványi nyersanyagkutatás elvi és módszertani alapjainak korábbi felülvizsgálatait áttekintve azokat az újabb szempontokat tárgyalja, amelyek figyelembevételével a kutatás és értékelés korszerűsítéséhez szükséges. Az alapfogalmak újraértékelése során az ásványi nyersanyagkutatás ipari-bányászati jelentősége került előtérbe. A korszerűsítés a kutatás szakaszait a bányászati döntéshozókészítések folyamatába illeszti, a kutatás tartalmi, megbízhatósági követelményeit pedig a bányászati döntések még megengedhető kockázataiból levezetendőnek tartja. Megkülönbözteti a kemény, a lágy és a leíró jellegű információkat, az egyedi adatok és térjellemző földtani-bányászati modellek összhangját kifejező megbízhatóságot pedig elválasztja a természeti valóság és az azt leképező modell hasonlóságát kifejező hitelesség fogalmától.

Az ásványi nyersanyagkutatás területét és tartalmát a lelőhely fogalmának bevezetésével kiterjeszti arra a természetes térrészre is, amely a telepet magában foglalja, és amelyet annak kiaknázása (akár hatásai-val is) igénybe vesz. A kutatást a hagyományos földtani adatok meghatározása mellett olyan természeti paraméterek megismerésére is kiterjesztendőnek ítéli, amelyek a földtani határterületre, vagy több szakterület közös kompetenciájába tartoznak. A természeti paraméterek sokaságát az ipari felhasználás szempontjából a kvalitást és a bonitást jellemzőek csoportosításában tárgyalja, nagyobb fontosságot tulajdonítva ez utóbbiak meghatározásának és megbízhatóságuk javításának. Új természeti paraméterként definiálja a bonyolultság fogalmát, és természeti paraméterként kezeli az adatok eloszlását, sűrűségét, változékonyságát, kontinuitását, izotrópiát és egyéb jellemzőit is. A megnövekedett adathalmaz számítógépes kezelését, feldolgozását, az ismeretszerzés és a bányászati tervezés között pedig interaktív kapcsolattartást tart szükségesnek.

Az ásványi nyersanyagkutatás és -értékelés korszerűsítésének programja — mint minden korszerűsítés — kritikai vizsgálatokkal, új feladatok értelmezésével, elvek és fogalmak tisztázásával kezdődik. Minthogy a nyersanyagkutatás önálló tudományágként értelmezve is alkalmazott, ipari (bányászati) tevékenység, fogalmainak és módszereinek újraértékelése mindig esedékessé válik, ha az alkalmazás körülményei változnak. A világháborút követő extenzív és erősen központosított bányászati fejlesztések éppúgy kitermelték a nyersanyagkutatás aktuális elvi-módszertani eszköztárát, mint a hetvenes években előtérbe kerülő, még központosított, de már intenzív fejlesztés időszak, vagy a nyolcvanas évek rendszerszemlélete. Az elvi módszertani alapok újraértékelésére az elmúlt 40—50 évben is legalább három bányászat-megújítási törekvés nyújtott alkalmat. Az első, szakmai és gyakorlati szempontból mindmáig példaértékű rendszerezés Benkő F. és szerzőtársai nevéhez fűződik. Az ásvány-

kutatás és bányaföldtan témáit összefoglaló kézikönyv (1970) mindazt felölelte, amit abban az időben tárgyalni lehetett. Ez a munka azonban — az azóta bekövetkezett, jelentős elméleti és metodikai fejlődés következtében — mára már sokat vesztett iránymutató jellegéből.

A következő évtized (1970—1980) az ásvány- vagy gazdálkodás bányagazdasági alapjainak lerakásával kölcsönhatásban szinte ontotta a földtani nyersanyagkutatás — elsősorban gazdaságirányítás-korszerűsítési indíttatású — publikációit, munkabizottsági jelentéseit. A fejlődés eme szakaszában — amelyet Tóth M. és Faller G. munkássága fémjelez — a földtan és a bányászat legszélesebb szakértői köréből verbuvált munkabizottságok csaknem minden olyan kérdéssel foglalkoztak (ismeretességi kategóriák, kutatási fázisok, megbízhatósági kérdések, de mindenekelőtt ezek szerepe az ásvány- vagy gazdálkodásban), amelyek a napjainkban folyó legújabb korszerűsítési program tematikájának is részét képezik. Csaknem teljesen kimaradt azonban e vizsgálatokból az ekkor már világszerte terjedő geostatistikai, számítástechnikai, kockázatbecslési módszertan alkalmazásának előkészítése, vagy a kutatási-bányászati folyamatok teljesebb körű rendszerét kezelhetővé tevő matematikai modellezés eszköztárának kialakítása. Az is igaz azonban — és ez az akkori korszerűsítés kiteljesedésének jelentős akadályát jelentette —, hogy ezek a tanulmányok, noha következtetések, megállapítások, javaslatok még ma is helytállóak, rendre eltűntek az illetékes íróasztalok fiókjai-ban. Részben azért, mert az ásvány- vagy gazdálkodás mindmáig helyesnek bizonyuló elveit a bányászat maga sem alkalmazta következetesen, részben pedig azért, mert az ásványi nyersanyagkutatás irányítási rendszerében még ebben az időben is fennmaradtak a tervutasításos gazdaságirányítás kényelmet és látszólagos biztonságot nyújtó, felelősséget megosztó, vagy azt formálisan is átvállaló központi előírásai.

Az elvek és módszerek újraértékelésének következő időszaka Kapolyi L. és munkatársai nevéhez fűződik, az ásványi eredetű természeti erőforrások hasznosításának rendszer- és függvény-szemlélete kidolgozásával meghatározottan (1981). Ez a rendszerfejlesztési kutatómunka a földtani nyersanyagkutatás kérdéseinek — jelentőségéhez méltóan — nagy teret szentelt, és nemzetközi mércével mérve is elismerésre méltó elméleti és módszertani korszerűsítést ala-



pozott meg. Sajnálatos azonban, hogy mindez a klasszikus geo-tudományokat művelő hazai szakemberek körében kezdetben inkább megütközést és értetlenséget szült. Mondanivalóját nem értették és nem is akarták érteni. Több évnek kellett eltelti ahhoz, hogy az elmélet és a gyakorlat e téren is közelíthessen egymáshoz. A geo-szakmák érdeklődése e módszerek hasznosítását illetően valójában csak akkor fokozódott, amikor a fejlett nyugati országokban szerzett tanulmányúti tapasztalatok és a külföldi publikációk fokozatosan meggyőzték a hazai szakembereket arról, hogy a földtani információk hatékony hasznosításához ez a megközelítés és ez a módszer ma már elengedhetetlen, alkalmazása pedig meganulható.

Ezek az előzmények tették lehetővé, a bányászat gazdasági pozíciójának megrendülését eredményező, a jó célokra és a kártékony fináncpolitikai csőlítésre építkező mai gazdaság-irányítás racionálisabb keretek közé terelésének igénye pedig időszérűvé az ásványi nyersanyagkutatás helyzetének ismételt felülvizsgálatát (1987), és az elmaradás felszámolásával párhuzamosan olyan korszerűbb ásványi nyersanyagkutatási rendszer kialakítását, amely a korábbiaknál ésszerűbb ásványvagyongazdálkodáshoz nyújthat segítséget. Ilyen indítékok motiváltak az ásványi nyersanyagkutatás alapfogalmainak és természeti paramétereinek napjainkban is folyó újraértékelését.

Az alapfogalmak újraértékelése során mindenekelőtt az ásványi nyersanyagkutatás ipari-bányászati jelentősége, eredménynövelő, kockázatcsökkentő szerepe került előtérbe. A kutatás ama sajátossága, hogy a bányászat nyereségét közvetett módon ugyan, de a ráfordításokat meghaladó mértékben képes növelni, veszteséggé válásának esélyeit pedig számottevően képes csökkenteni. Ez a felfogás a kutatás folyamatát a bányászati döntések előkészítésének szerves és elmellőzhetetlen részeként tartja számon, a földtani ismeretszerzés mértékének, tartalmának, megbízhatóságának követelményeit pedig a bányászati döntések még megengedhető kockázataiból tartja szükségesnek levezetni. A már korábban is ismert fogalmak — megbízhatóság, kockázat — a kutatás korszerűsítése révén nagyobb szerephez jutnak, bővítve az ásványi nyersanyagkutatás fogalmát is.

Ma már nem elegendő a fontosabb földtani adatokat csupán meghatározni; új követelmény, hogy ez a meghatározás *előre kijelölt megbízhatósággal és valószínűséggel* történjen. Éppen a megbízhatóság számszerűsíthetősége érdekében mind fontosabbá válik a „kemény”, a „lágy” és a leíró információk megkülönböztetése. A számítástechnikai eszközök alkalmazása — amely a megbízhatósági mérőszámok előállításához nélkülözhetetlen — megköveteli, hogy nagyobb gondot fordítsunk az egyedileg meghatározott adatok (minta, fúrás stb.) térjellemző információkká történő átalakításának, azaz a lelőhely földtani, bányászati modellje kialakításának módjára. Az egyedi információk és a térjellemző információk (modellek) össz-

hangját tükröző megbízhatóság fogalmától a jövőben megkülönböztetendő a természeti valóság és az azt szemléltető modell hasonlóságát kifejező *hitelesség* fogalma. A korszerűsítés gyermekbetegsége az, — mivel a matematikai modellek felépítésében a geológus nem mindig tud érdemben közreműködni —, hogy a természet sokarcúságát szükségképpen leegyszerűsítő modell (éppen az egyszerűsítés miatt) jobb megbízhatóságot ígér annál, mint ami később beigazolódik, így saját hitelét rontja. Az ásványi nyersanyagkutatás fogalmába ezért szervesen beletartoznak a hitelesség-vizsgálatok is: a korábbi feltételezések és a valóság szembesítése (pl. eltérésstatisztikai vizsgálatok útján) annak érdekében, hogy azok tapasztalatai lehetőséget nyújtsanak az aktuális modellek folytonos javítására. Ezt a „múlt-elemző” kutatómunkát az ipar irányítói ma még gyakran feleslegesnek ítélik, pedig ezzel a jövő döntéseinek kockázatát lehet (olcsón) csökkenteni.

Az ásványi nyersanyag (ásványvagyon, telep) ismert fogalmain kívül a korszerűsítés programja megkülönbözteti az *ásványi nyersanyaglelőhely* fogalmát is, azzal a természetes térrésszel meghatározottan, amely a nyersanyagtelepet magában foglalja, s melyet annak kiaknázása igénybe vesz. Ezt a fogalmi bővítést az indokolta, hogy az ásványvagyon-gazdálkodási döntések következményei mindinkább kiterjednek a felszín átalakítására, a környezet károsítására, más természeti erőforrások hasznosítására (főképpen az erdő- és mezőgazdaságra, valamint a vízgazdálkodásra), s ezek a külső hatások ma már a bányáskodás ugyanolyan kockázati elemeivé váltak, mint a bányaművelés saját kockázatának tényezői. Nyilvánvaló, hogy az ásványtelepekre vonatkozó ismeretek mellett az esedékes bányászati döntéshozókészítések mindazokat a — bányászati hatások valószínűségét is prognosztizáló — földtani ismereteket igénylik, amelyek biztonsági, gazdasági, sőt társadalmi következményeivel számolniuk kell. Az ásványi nyersanyagkutatásnak ezért nem egy esetben túl kell lépnie a telephatárokon, s olyan távolabbi területekről is kell földtani információkat szerezniük, amelyek a bányászat következtében károsodhatnak. Az ásványi nyersanyaglelőhely fogalma szerinti kutatás tehát a bányászati döntéshez szükséges földtani ismeretszerzést konvencionális térbeli korlátozások nélkül értelmezi, függetlenül azon határvonalaktól, amelyeket a telep kifejlődésének, a korábban végzett kutatások területének, a központi ásványvagyonnyilvántartás egységeinek, a bányatelek, vagy bányauzem területének megkülönböztetésére használnak.

A földtani ismeretszerzés új követelménye a *kombinatív kutatási metodika* alkalmazásának igénye is. Ez a fogalom nem csupán a különféle kutatómódszerek kombinációját jelenti, hanem azok olyan, tudatos összeválogatását is, amely a térjellemző földtani ismeretek megszerzését előre és tételesen meghatározott megbízhatósági kritériumok kielégítése mellett, a legkisebb ráfordítással garantálja. Ez az új kö-







Mindez azt is jelzi, hogy ugyanazon kutatási adat — a döntés jellegétől és kockázatától függően — kutatási szakaszonként és lelőhelyenként is eltérő jelentőséget kaphat, eltérő megbízhatósági igényrel. Fellazul a korábbi kutatási fázisok merevsége is. Az aktuális bányászati döntéshozó kell információt biztosítani olyan körben és úgy, ahogy azt a döntéshozó igényli. Ez — különösen, ha a szerzett információk kiértékelése folyamatos, és a tervezéssel interaktív kapcsolatban áll — feleslegessé teheti a kutatások megszakítását, vagy a központi szervek részére adandó tájékoztató jelentések bírálatára és elfogadására való várakozást.

Az új döntéselőkészítési rendszer hivatott megszüntetni két olyan ellentmondást is, amely a jelenlegi gyakorlatra jellemzően a kutatási költségeket és a bányászat kockázatát oktanul növeli. Az első ellentmondás abban áll, hogy ma hazánkban — különösen egyes nyersanyagok esetében — a részletesen megkutatott bányaterületekből is bőséges választék képződött, s ezekben — a mielőbbi megtérülés reménye nélkül, de a megszerzett információk elértéktelenedésének valószínűségével — kihasználatlanul állnak a korábbi ráfordítások. Szigorúan érvényt kell ezért szerezni annak az elvnek, hogy a részletes (és költséges) kutatásoknak csak azokon a lelőhelyeken van létjogosultsága, ahol — a vállalt kockázatokon túl — garantáltan megvalósul a bányalétesítés. A másik ellentmondás pedig arra vezethető vissza, hogy ma még — szinte kivétel nélkül — elégtelen a felderítő fázisban szerzett ismeretanyag ahhoz, hogy bányalétesítési döntést alapozhasson meg. A bányászat a jövőben nem teheti ki magát annak, hogy egy megépített bánya a művelés közben szerencsétlenedjen el, bármilyen, az elégtelen földtani ismeretszerzésre visszavezethető okokból. Magyarán: a „váratlan” földtani viszonyokért nem a természet, hanem az annak kockázatait tudatosan vállaló, és a döntéselőkészítés követelményeit megszabó döntéshozó felelős.

Az új követelmények (különösen a megbízhatóság és a kockázat alkalmazása tekintetében) az ásványi nyersanyagkutatás révén meghatározandó *természeti paraméterek* újraértékelését is szükségessé tették. A mindmáig domináló hagyományos „ásványvagyon-centrikus” ismeretszerzés az információkat nem a bányászat folyamatához, hanem az ásványvagyonhoz, annak módszertanához kötötte. Az a felfogás, amely a kutatást egyben és elsősorban bányászati döntéselőkészítésnek tekinti, szükségessé teszi azt is, hogy a korábbi — többé-kevésbé merev — konvenciók a természeti paraméterek megismerése tekintetében is módosuljanak, mindenekelőtt bővüljenek. Az ismeretek bővülése egyrészt a területi kötöttségek oldásával (a kutatás során a lelőhely fogalmának érvényesítésével) valósul meg: olyan természeti paraméterek megismerése is a kutatás feladatává válik, ami nem a kutatott telepre, hanem annak tágabb környezetére vonatkozik.

Egy karsztvízszint alatt települt nyersanyag kutatásához hozzátartozhat például a lelőhelytől távolabb eső rezervoár-jellemzők felderítése; vagy egy külfejtéses lignitbánya létesítéséhez legalább annyira fontos a bányászat vízgazdálkodást befolyásoló hatásterületének megismerése, mint magának a lignitleteleknek az elterjedési határa. Az ásványi nyersanyagkutatásban a bányászat szempontjai kell, hogy primátust kapjanak a földtudományok művelésével szemben, de annak tudatában, hogy e tudományok alkalmazása, fejlesztésének elősegítése nélkül nincs fejlődés az iparban sem. Az ásványvagyon meghatározó ismeretszerzést fel kell hogy váltsa a bányászatot, mint ipari tevékenységet kiszolgáló, természeti paramétereket meghatározó ismeretszerzés. Az ásványi nyersanyagkutatás ebben az értelemben a földtudományok kompetenciáját gyakran jelentősen túllépő, de attól mégsem független ismeretszerzés. Aki nem érzi az ásványi nyersanyagkutatás interdiszciplináris jellegét, a földtani és a természeti paraméterek megkülönböztetésének motivációját, az aligha tud igazán az ipar, a bányászat szolgálatára lenni.

A természeti paraméterek sokaságát — az ipari felhasználás szempontjából — két csoportba célszerű rendezni. A *kvalitást* meghatározók az ásványi nyersanyag értékére, a bányatermék várható árbevételére jellemzők (energiahordozók fűtőértéke, ércek fémtartalma, más nyersanyagok hasznosanyag-koncentrációja, használati, feldolgozhatósági tulajdonságok stb.). A *bonitást* meghatározók a nyersanyag kiaknázásának költségeit, az ún. hitelképességet befolyásolják. Ilyenek pl. a telep vastagsága, a település mélysége, az előfordulás szerkezete, a bonyolultság, a térbeli produktivitás, a bányaveszélyek fellépésének esélyeit jelző információk, a geometriai, földrajzi, közetmechanikai paraméterek stb.

A bányászat gazdaságosságát és biztonságát egyaránt, de lelőhelyenként eltérő mértékben befolyásolják a bonitást és a kvalitást kifejező paraméterek. Az ásványi nyersanyagkutatás korszerűsítése szempontjából mégis úgy tűnik, hogy elsősorban a bonitást jelző ismeretek bővítésére, ezek megbízhatóságának javítására van szükség. Az ásványvagyon-prognózisok beválási esélyei ugyanis számottevően jobbakká az ásványvagyon mennyiségét, minőségét, értékét illetően, mint a kiaknázásuk költsége tekintetében. Ugyancsak nagy bizonytalanságú a kutatólétesítmények közötti térségre feltételezett földtani jellemzők prognózisa, de a legrosszabb mégis a szilárd nyersanyagok *bonyolultsági* jellemzőinek előrejelzése.

Ezek a tapasztalatok indokolják, hogy a bányászat által igényelt legkülönbözőbb előrejelzéseknek (a telep vastagságának, minőségének, struktúrájának, szintbeli elhelyezkedésének, a fedő- és feképződmények vastagsági és topográfiai jellemzőinek, mindezek térbeli változásának, izovonalas és egyéb, szelvénymenti és térbeli megjelenítésének) a jövőben — korszerű módszerek alkalmazásával — a megbízhatósági



jellemzésük is megtörténjen, a döntéshozó igényei szerint. Ez a megbízhatósági jellemzés teszi ugyanis lehetővé, hogy a természeti paraméterek meghatározásának bizonytalanságából becsülhetők legyenek a bányászati döntés kockázatai, azok következményei, illetve elbírálható legyen a kutatás megkezdése előtt feltételül szabott megbízhatósági követelmény teljesítése.

A természeti paraméterek megbízhatósági mérőszámokkal történő ellátásának kötelezettsége kapcsán a természeti valóság jellemzéséhez új típusú mutatószámok meghatározására is szükség lesz a jövőben. Ilyenek lehetnek a bizonytalanságot kifejezőek: például a tektonizáltságot jellemző számos paraméter, az adatok eloszlását, sűrűségét, változékonyságát, folytonosságát, vagy annak hiányát, a különféle paraméterek változásának irány-függőségét, a megkutatottság mértékét kifejező paraméterek. Nyomatékosan hangsúlyozni kell: ezek éppúgy természeti paraméterek, mint a hagyományos módszerekkel nyert egyszerűbb adatok (vastagság, mélység, térfogatsúly stb.). Hozzá kell azonban szoknunk, hogy a jövőben egy-egy paramétert (például egy művelési tömböt jellemző telepvastagság) nem egyetlen számadatával (például a kutatólétesítmények adataiból számított számtani átlagával) fogunk jellemezni, hanem jóval többel (pl. az egyedi adatok számával, eloszlásával, varianciáival, hatástávolságával stb.).

Az így megsokszorozódó ismerettömeget természetesen csak számítógépes segédlettel lehet kezelni és hasznosítani. Hogy ez a gyakorlatban megvalósítható és használható, azt ma már bőséges hazai referenciák is bizonyíthatják.

A hazai ásványi nyersanyagkutatás alapfogalmainak és természeti paramétereinek újraértékeléséről elmondottak természetesen nem ölelhetők fel az e témakörben folytatott vizsgálatok egészét. A kollektív kutatómunka széles palettájából olyan témakörök felvillantására törekedtem, amelyek az ásványi nyersanyagkutatás művelőit és hasznosítóit arról a szükségszerű szemléletváltásról is informálják, amely a korszerűsítés műhelymunkái során, szakmai viták eredményeképpen célszerűnek és hasznosnak minősült.

Tóth, P. József:

*The reassessment of the fundamental conceptions and natural parameters of the prospecting for mineral raw materials in Hungary*

The study, while surveying the earlier revisions of the basis of principle and methodology of the pros-

pecting for mineral raw materials, discusses those new viewpoints, the consideration of which is necessary for the modernization of prospecting and evaluation. During the evaluation of the fundamental conceptions the industrial-mining significance of the prospecting for mineral raw materials came into the front. The modernization incorporates the phases of the exploration into the process of the preparation of mining decisions, and it regards the requirements of the exploration concerning content and reliability as such things that are to be deduced from the still permissible risks of mining. It makes a distinction among informations of hard, soft and descriptive character, and separates the reliability expressing the harmony between the individual data and the space-characterizing geological-mining models from the conception of authenticity expressing the similarity between the natural reality and the model transforming it.

With the introduction of the conception of the site it extends the field and content of the exploration for mineral raw materials also to that natural part of space, which contains the deposit and which is called into requisition (even with its impacts) by its exploitation. It deems the exploration to be extended beside the determination of the traditional geological parameters also the knowledge of such natural parameters which belong to the adjoining territory of geology or to the common competence of several special fields. It discusses the multitude of natural parameters from the point of view of industrial utilization in a grouping of characteristics of quality and bonity, while giving a bigger importance to the determination of the latter and to the improvement of their reliability. It defines as a new natural parameter the conception of complicatedness and it handles as natural parameters the distribution, density, variability of the data, their other characteristics, like continuity, isotropy too. It regards as necessary to handle, to process the increased mass of data by computers, and to maintain interactive connections between gaining knowledge and the planning of mining.

Йожеф П. Тоот

(продолжение)

Содержание и область применения поисков и разведки полезных ископаемых с введением понятия месторождения автор распространяет и на ту естественную часть пространства, которая включает в себя и залежь и которая требует разработки (хотя бы и с её последствиями). В процессе геологоразведочных работ наряду с определением традиционных геологических данных автор считает возможным изучение и таких естественных параметров, которые относятся как к геологии, так и к другим компетентным научным областям. Многочисленную совокупность параметров автор рассматривает с точки зрения их промышленного использования, группируя их по количественным и качественным признакам, придавая большое значение повышению определения их надежности. Как новый естественный параметр автор определяет понятие сложности и как естественные параметры используются также распределение данных, их плотность, изменчивость, непрерывность, изотропия и т. д. Для получения информации и обработки возросшего количества данных автор считает необходимым использование вычислительной техники, а также поддержание непрерывной интерактивной связи между получением информации и проектированием дальнейших геологоразведочных и горных работ.



# A földtudomány új doktorai

1989. január 23-án védte meg HAAS JÁNOS a Központi Földtani Hivatal főosztályvezetője a **FELSŐ-TRIÁSZ KARBONÁTOS TÁBLAFEJLŐDÉS A DUNÁNTÚLI-KÖZÉPHEGYSÉGBEN** című doktori értekezését.

Az értekezés

opponensei:

Balogh Kálmán, a földtudomány doktora

Molnár Béla, a földtudomány doktora

Galács András, a földtudomány kandidátusa

A bírálóbizottság tagjai:

elnök: GRASSELLY GYULA, az MTA rendes tagja

titkár: HAJDÚNÉ MOLNÁR KATALIN, a földtudomány kandidátusa

tagok: GÉCZY BARNABÁS, a földtudomány doktora,

SZEDERKÉNYI TIBOR, a földtudomány doktora,

NÉMEDI VARGA ZOLTÁN, a földtudomány doktora,

KECSKEMÉTI TIBOR, a földtudomány kandidátusa,

VÖRÖS ATTILA, a földtudomány kandidátusa

A Dunántúli-középhegység felépítésében vastagságuknál, elterjedtségükénél fogva meghatározó jelentőségűek a felső-triász uralkodóan karbonátos képződmények. Ezek a jellegzetes sekélytengeri formációk (elsősorban a Földolomit és a Dachsteini Mészkö), azonban a középhegység területén, sőt a középhegységi szerkezeti övön is messze túlnyúlnak. Az egykori Tethys selfterületein a Nyugati-Alpoktól a Keleti-alpi és Dél-alpi területekig, a Dinaridák-Hellenidák vonulataiban és a belső kárpáti egységekben is követhetők, sőt egészen a Himalájáig ismertek hasonló kifejlődésű felső-triász kőzetfajták.

Jóllehet e képződmények tanulmányozása évszázados múltra tekinthet vissza, képződési körülményeik alapvető vonásai a közelmúltig felderítetlenek maradtak. Aktuálgeológiai megfigyelésekre alapozott, korszerű fáciesértelmezés Fischer (1964) munkájával kezdődött. A szedimentációs viszonyok, a diagenetikus folya-

matok megállapítása, valamint a fejlődéstörténeti modell kidolgozása maig nem lezárt kérdés, pedig enélkül a Tethys mezozoós fejlődéstörténete és a későbbi geodinamikai folyamatok sem érthetők meg.

A munka célja elsősorban az volt, hogy a szedimentológia és a fácieselemzés módszereivel tisztázza a Dunántúli-középhegység felső-triász képződményeinek képződési körülményeit, elemezve az üledékképződést, mintegy 15 millió éven át meghatározó, hatalmas kiterjedésű karbonátos tábla (platform) fejlődésének történetét, törvényszerűségeit.

Tekintettel arra, hogy a vizsgált képződmények nagyrésze ciklusos kifejlődésű, a ciklicitás vizsgálata a munka egyik kiemelt célja volt.

A tenger és a szárazföld különleges, rendkívül kiegyenlített morfológiájú széles határövezete, ahol a vizsgált képződmények jelentős része lerakódott, a legkisebb változásokra is rendkívül érzékenyen reagáló környezet, amelyben a periódikus változások nyomai igen jól megőrződtek, és ezért az ár—apály—övhöz közei fácieszónákra kiterjedő (peritidális) ciklicitás jellegei kiválóan tanulmányozhatók.

A munka során alkalmazott vizsgálati, illetve értékelő, értelmező módszer lényege a különböző megfigyelési tartományok (dimenziók) többféle szempontú vizsgálatának szerves egymásraépítése. Az értelmezési fázisban az eredmények együttes analízisére és a következtetések fokozatos egymásra építése volt a legfontosabb szempont.

Az elméleti, alapkutatási célok mellett a témaválasztás lényeges szempontja volt a felső-triász képződmények nagy gyakorlati jelentősége. Meghatározó jelentőségűek a vizsgált képződmények vízföldtani és a környezetgeológiai szempontból, egyrészt szénhidrogén tároló- és/vagy anyakőzet, szerepük lényeges a karsztbauxit-telepek felhalmozódásában és diagenezisében, elterjedt építőipari és ásványbányászati nyersanyagok.

Az események gyakorlati alkalmazásának részletes kifejtésére a dolgozat nem térhet ki, de felvázol néhány fontosabb alkalmazási lehetőséget.

előfeltétele a medencék feltöltődése volt. Ebben azonban a karbonátos padok progradációja is szerepet kapott.

2. Definiáltam a karbonátos táblafejlődés szakaszának (felső-karni-rhaeti) litosztatigráfiai egységeit. A középhegységen belüli kifejlődési különbségek elemzése céljából részterületenként is bemutattam a litosztatigráfiai egységek kapcsolatát és legfontosabb szedimentológiai jellegeiket, elsősorban alapszelvények vizsgálatára támaszkodva.

3. Kidolgoztam a felső-triász karbonátos tábl-

(Folytatás a 26. oldalon)

## TÉZISEK

### Az új tudományos eredmények összefoglalása

1. A karbonátos tábla kialakulását megelőző karni medencefejlődési szakasz megaszedimentológiai egységeinek részterületenkénti fácieselemzésével felvázoltam a platformképződést megelőző ösföldrajzi modellt. Ennek lényege az, hogy a karni kezdetén a finom terrígg hordalék beáramlásának felerősödése miatt uralkodóan pelites szedimentációval jellemezhető medencék és kiemeltebb helyzetű sekélyvízzel borított karbonátos padok jöttek létre. Az egységes karbonátos tábla kialakulásának



# Sokváltozós matematikai módszerek hasznosítása a bauxitkutatásban

A bauxitkutatásban a nyersanyag minőségének meghatározására nagyszámú ötalakotós kémiai elemzés készül. Célszerű ezeket a sokváltozós adatelemzés statisztikai módszereivel is feldolgozni, mivel a bauxitképződésben szerepet játszó folyamatok különbözőképpen hatnak a kőzet kémiai komponenseire, így azok együttes kombinációja jellemzi a kialakulás körülményeit. Clusteranalízissel a bauxitösszleten belül mutathatunk ki különböző típusokat. A varianciaanalízis bauxitterületek, telepek, telep-részek átlagos komponensértékeinek összehasonlítására nyújt lehetőséget. A diszkriminancia-analízis már meglévő földtani osztályozás alapján végzi egyedi bauxitminták, kevésbé ismert telepek besorolását.

## I. Bevezetés

Bauxitkutatás Magyarországon közel száz éve folyik. A nyersanyag összetételének vizsgálatára a kémiai ötalakotós ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , izz. veszt.) elemzések óriási tömege készült el.

A kémiai adatok matematikai módszerek segítségével történő tudományos értékelésében rejlő lehetőségeket először Bárdossy Gy. (1961) aknázta ki: egy- és kétváltozós eljárások alkalmazásával az egyes komponensek eloszlásának jellemzőit, páronkénti kapcsolatainak jellegét tanulmányozta a magyarországi bauxitokban. A számítógépek elterjedése tág teret nyitott az összetettebb matematikai metodikáknak is, lásd pl. Jocháné Edelényi E. 1981, Fodor B. 1982, Füst A.—Krasznai J. 1985, Bárdossy A. et. al. 1989 stb. A sokváltozós adatelemzés statisztikai módszereinek gyakoribb használatát — egyebek mellett — az alábbi megfontolások alapján javasoljuk.

A bauxit összetételét elsősorban képződésének kémiai körülményei befolyásolják, pl.: az anyakőzet átalakulása milyen fokot ért el a kémiai mállás során; szállítás közben a málladék tovább deszilifikálódott-e; milyen kémiai változások kísérték a dia- és epigenezist stb. Minthogy e folyamatok mind másként hatnak az egyes komponensekre, várható, hogy az öt alkotó együttes kombinációja valamiféleképpen jellemzi a bauxitképződés körülményeit.

Korábbi vizsgálataink során (Juhász E.—Ó. Kovács L. in press) bebizonyosodott, hogy pl. a Halimbai Bauxit Formáció szedimentológiai alapon meghatározott fáciesei korrelálnak annak litokémiai típusaival. Iharkúti telepek vizsgálata során (Huszár Gy.—Ó. Kovács L. in press) kiderült, hogy a kémiai alapon kijelölt kőzetváltozatok genetikailag értelmezhetők. A

magyarországi bauxitok genetikai rokonságuk ellenére is meglehetősen sokfélék, még egy szűkebb bauxitelőfordulásokon is több geológiai paraméter tekintetében különbözhetnek egymástól a telepek (ld. Halimba főtelep, Malomvölgy, Szóc, Cseres). Mindez felveti, hogy bauxitterületek, majd bauxitterületek földtani (fáciológiai, sztratigráfiai, szedimentológiai, ásványtani, teleptani, genetikai stb.) tulajdonságai és a bauxit litokémiai típusai közötti összefüggéseket vizsgáljuk. Effajta korrelációk ismeretében kevésbé tanulmányozott telepek kémiai adatainak matematikai elemzésével előkészíthetünk, s bizonyos mértékben helyettesíthetünk más szempontú értékeléseket, összehasonlításokat.

## II. PÉLDÁK A SOKVÁLTOZÓS MÓDSZEREK LEHETŐSÉGEIRE

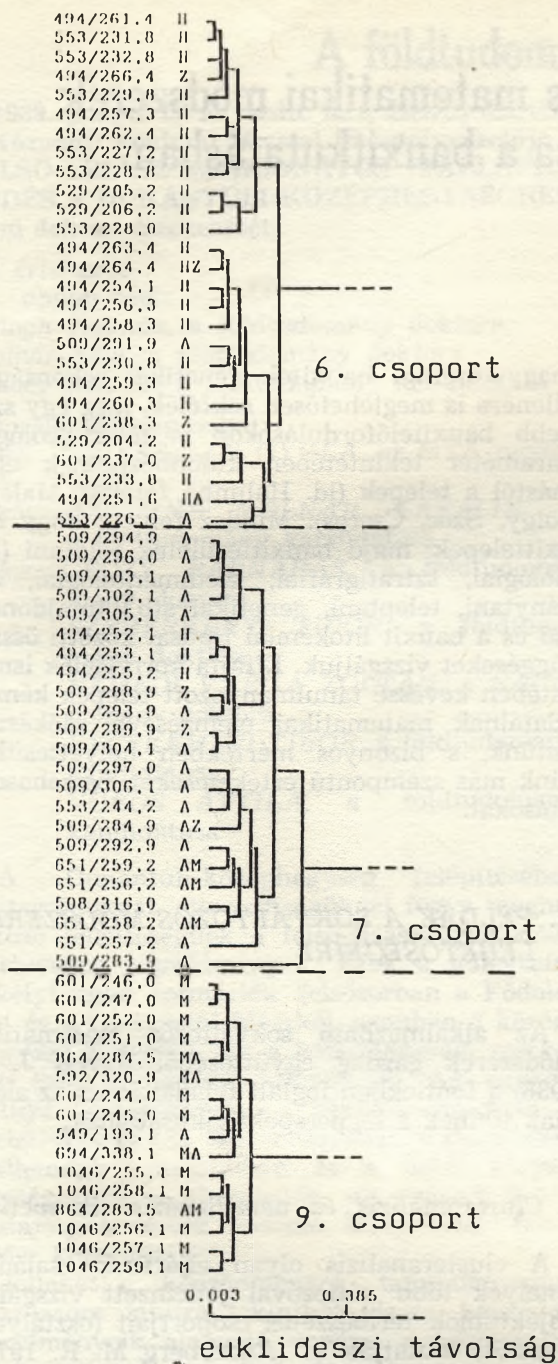
Az alkalmazható sokváltozós matematikai módszerek gazdag együtteséből (Davis J. C. 1986) a fentiekben foglalt feladatokhoz az alábbiak tűnnek a legperspektívikusabbnak.

### 1. Clusteranalízis és nem-lineáris síkravetítés

A clusteranalízis olyan eljárások családja, amelyek több változóval jellemzett vizsgálati objektumok természetes csoportjait (osztályait, típusait) mutatják ki (Anderberg M. R. 1973). A csoportokat megadhatják egyszintű, homogén együttesekként (nem-hierarchikus eljárások) vagy zárt, hierarchikus rendben. Az egyidejűleg figyelembe vehető változók száma tetszőleges, ez adja a módszer nagy erejét. Esetünkben az öt kémiai alkotó áll rendelkezésre. Vizsgálati objektumok lehetnek kémiai elemzésre bocsátott minták, átlagos vagy valamilyen más jellemző koncentrációkkal leírt telepek, telep-részek, bauxitváltozatok. Az együtt elemezhető objektumok számát a használt számítógép kapacitása is korlátozza; sok nem-hierarchikus technika több ezer, a hierarchikus változatok általában néhány száz egységet tudnak kezelni. Utóbbiak sokkal elterjedtebbek, nem utolsósorban azért, mert az eredményt könnyen értékelhető hierarchián, dendrogramon adják meg (1. ábra).

A nem-lineáris síkravetítés (Sammon Jr. J. W. 1969) célja ugyanez. Szakmai megfontolások





1. ábra: Halimbai bauxitminták kémiai adatainak ( $Al_2O_3$ -,  $SiO_2$ - és  $Fe_2O_3$ -tartalom) clusteranalízissel kapott dendrogramjának részlete (Juhász E.—Ó. Kovács L. in press).

494/261,4 — fúrás száma/mélység; A — ártéri, M — medence, Z — mederzátóny, H — hordalékkúp, HZ, AM, ... — átmeneti fáciesek. A három csoport a hordalékkúp (6.), az ártéri (7.), ill. a medence (9.) fácissal korrelálható.

alapján a változóértékek ismeretében a vizsgálati objektumok páronkénti hasonlóságát kvantifikáljuk. Ezután egy képzeletbeli síkon a pontokként értelmezett objektumokat úgy rendezzük, hogy azok páronkénti távolságai értékben minél jobban megközelítsék az eredeti hasonlóságokat. Eredményképpen ezt a pontkonfigurációt, tulajdonképpen egy variációs diagramot, adjuk meg (2. ábra).

Mindkét módszer szakmai szempontjainkat csak kisebb-nagyobb hibákkal tudja érvényesíteni, együttes alkalmazásuk kiszűri a tévedéseket (Ó. Kovács L. 1988).

A bauxitkutatásban e módszerek elsősorban egy telep belüli minták kémiai tipizálására, ill. több telepnek a jellemző kémiai adatok alapján történő osztályozására használhatók. A litokémiai típusok ismeretében lehetőség van egy telep árnyaltabb jellemzésére, adott etalonhoz hasonló szerkezetű telep valamely részének típusazonosítására, vagy ismeretlen hasonlósági fokú telepek hatékony összevetésére.

Példaként a halimbai bauxit kémiai adatainak clusteranalízissel kapott dendrogramjának egy részletét (1. ábra) és az ezen látható minták nem-lineáris sikravitítés ábráját (2. ábra) mutatjuk be. Rajtuk jól látható, hogy egyrészt a minták határozott kémiai típusokat alkotnak (vö. 1. táblázat), másrészt ezek a típusok kielégítően korrelálhatók fáciesekkel. Ez azt is jelenti, hogy hasonló telepeknek pusztán a kémiai adatait elemezve faciológiai képet, de legalábbis arra vonatkozó hipotézist kapunk.

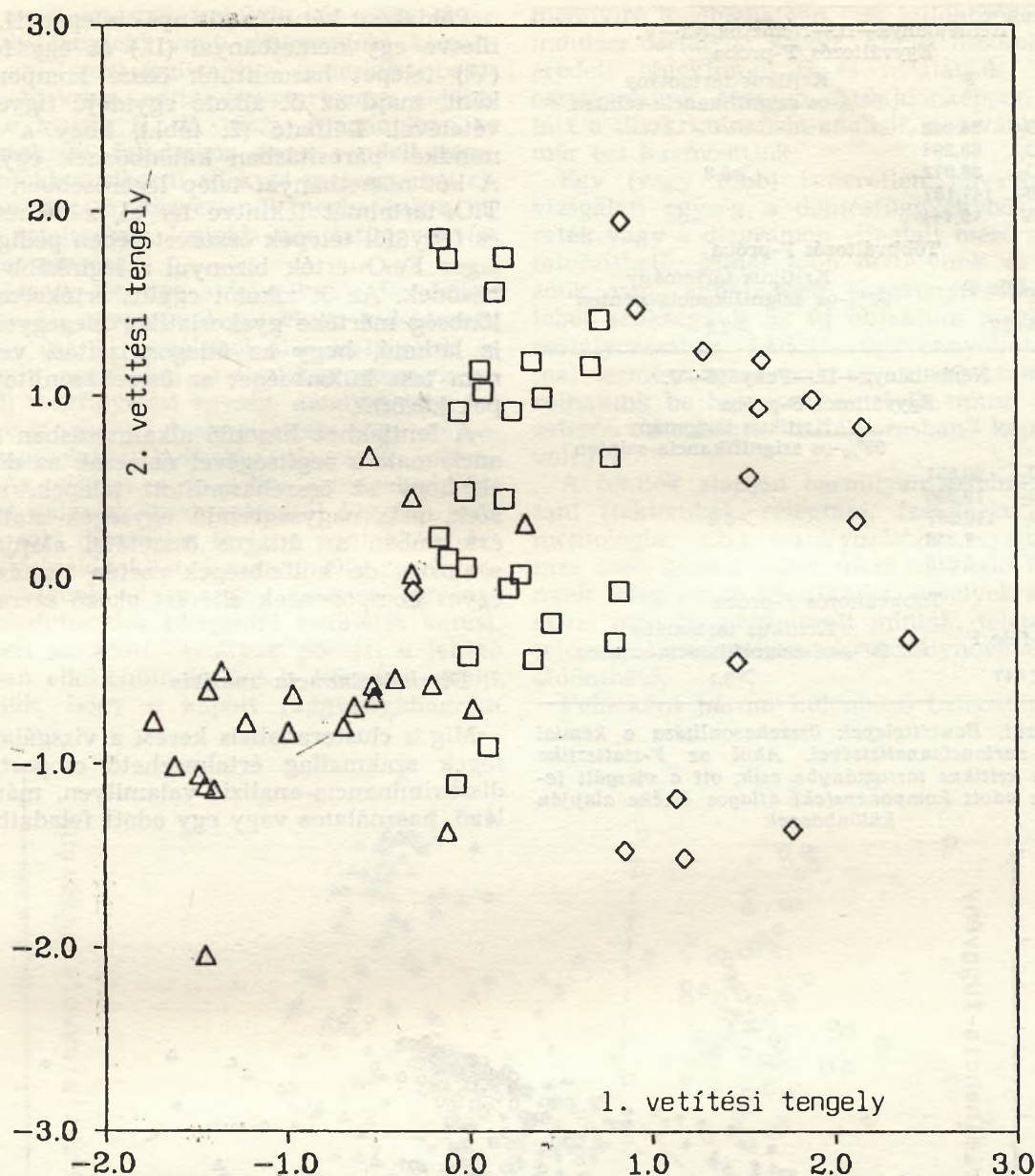
Egy szedimentológiai nem ennyire karakterisztikus telep esetében is használhatók e módszerek. A Fenyőfő—V. telepben például clusteranalízis segítségével határozottan elkülöníthető volt a telep alján meglévő feküfácies — melyet Böröczky T. (1987) vizsgálatai nem mutattak ki —, a fedő hatására megváltozott fedőfácies, valamint a bauxittestben két eltérő minőségű összetétel. E matematikai eljárások biztosan kimutatják az extrém elváltozásokat, pl. segítségükkel könnyen kiválaszthatók a vastalanodott zónák, vagy pl. éppen a Fenyőfő—V. esetében egy vasdús mintaosztályban (kémiai típusban) a bauxitkavicsos, bauxitgörgeteges réteg volt azonosítható.

Más, a fentiekől eltérő esetekben is számíthatunk a minták kémiai osztályozásának egyéb földtani szempontú értelmezésére, hasznosítására.

## 2. Többváltozós varianciaanalízis

Az ide tartozó számos módszerváltozat annak a földtanban is elterjedt feladatnak általánosabb formában történő megoldására szolgál, amelyben valamely változó két értéksorának eloszlását hasonlítjuk össze eloszlásparaméterek alapján (példa a kétmintás t-próba két normál eloszlású populáció átlagának egyenlőségére). A varianciaanalízisben általában (de nem feltétlenül) kettőnél több populációból, környezetből, osztályból, típusból stb. származó adatokat vetünk össze, sőt, lehetőség van több szempont szerint osztályozott értékek vizsgálatára is (Le Maitre R. W. 1982). A többváltozós varianciaanalízisben (Füstös L. et al. 1986) az osztályozott több változó átlagának (szórásának) egyidejű értékelése alapján hasonlítjuk össze. Esetünkben a változók az öt kémiai alkotó, az osztályok pedig teleprészek, telepek, teleptípusok lehetnek. A megadott osztályozás figyelembe-





□ 6. csoport    △ 7. csoport    ◇ 9. csoport

2. ábra: Az 1. ábrán látható halimbai bauxitminták kémiai adatokból kapott nem-lineáris sikravités-ábrája a dendrogram alapján kijelölt csoportok feltüntetésével.

Csoport	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		SiO <sub>2</sub>		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
1.	50.3	3.5	9.1	1.9	21.9	1.8
2.	45.8	2.7	16.0	1.6	21.6	1.7
3.	38.3	2.7	21.0	3.2	25.4	2.4
4.	47.2	1.5	10.4	1.8	25.6	1.5
5.	43.3	0.8	10.6	0.5	32.6	1.4
6.	49.7	2.8	2.3	1.6	32.6	2.6
7.	55.9	2.8	2.9	2.1	24.3	2.3
8.	31.3	2.5	34.1	2.1	17.4	3.0
9.	39.2	1.1	24.7	1.2	20.4	1.8
10.	42.6	0.6	22.5	1.0	18.6	0.9
11.	38.1	1.7	28.7	0.5	16.0	1.2
12.	46.6	1.9	18.2	3.4	9.3	1.8
13.	27.2	4.3	20.7	4.4	12.4	2.0
14.	18.2	2.9	13.9	2.4	7.5	1.5

1. táblázat. A halimbai bauxitminták clusteranalízissel kapott kémiai csoportjaira jellemző átlag- és szórásértékek (súly %).

(Juhász E.—O. Kovács L. in press)

vételével kiszámítjuk egy (vagy több) próbat statisztika értékét, és azt egy, a hipotézisünknek megfelelő kritikus értékkel összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy az osztályok az öt alkotó átlagát együtt tekintve egyformák-e, vagy sem.

Általános karakterükben egy bauxitterület telepei egységesek, mégis előfordulhatnak jellemző különbségek köztük, melyek felderítése és vizsgálata fontos információkkal szolgálhat a bauxit genetikájának pontosabb tisztázásához. A különbségek jellege többféle lehet: jellemezheti a bauxitfelhalmozódás idején fennálló eltéréseket (pl. az üledékgyűjtő morfológiájában vagy a bauxitos anyagot szolgáltató háttértől való távolságban stb.), de tükrözheti a felhalmozódás utáni változásokat, eltéréseket is (lefedődés, a fedő minősége, kora stb.).



Németbánya—II.—Németbánya—V.  
Egyváltozós F-próba

F	Kritikus tartomány	
	99%-os szignifikancia-szinten	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	84.933	
SiO <sub>2</sub>	68.294	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	38.972	>6.8
TiO <sub>2</sub>	147.187	
IZZV	6.444	

Többsváltozós F-próba

Rao-féle F	Kritikus tartomány	
	99%-os szignifikancia-szinten	
35.029	>3.1	

Németbánya—II.—Fenyőfő—V.

Egyváltozós F-próba

F	Kritikus tartomány	
	99%-os szignifikancia-szinten	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.651	
SiO <sub>2</sub>	19.356	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	110.297	>6.8
TiO <sub>2</sub>	7.338	
IZZV	5.676	

Többsváltozós F-próba

Rao-féle F	Kritikus tartomány	
	99%-os szignifikancia-szinten	
32.447	>3.1	

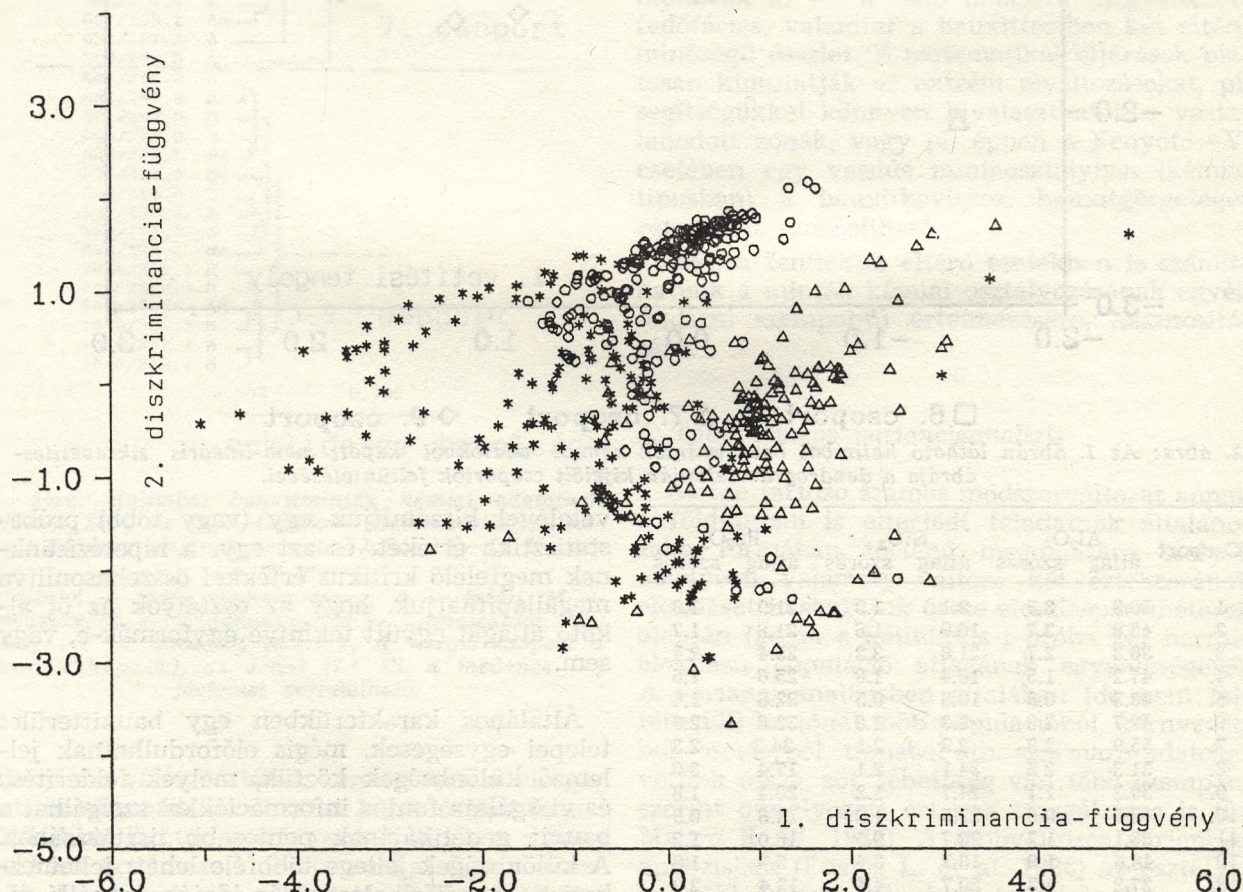
2. táblázat. Bauxittelepek összehasonlítása a kémiai adatok varianciaanalízisével. Ahol az F-statisztika értéke a kritikus tartományba esik, ott a vizsgált telepek az adott komponens(ek) átlagos értéke alapján különböznek

Példaként két németbányai telepet (II. és V.), illetve egy németbányai (II.) és egy fenyőfői (V.) telepet hasonlítunk össze komponensenként, majd az öt alkotó egyidejű figyelembevételével. Látható (2. tábl.), hogy a telepek mindkét párosításban különböznek egymástól. A két németbányai telep legerősebben átlagos TiO<sub>2</sub>-tartalmát tekintve tér el, a németbányai és fenyőfői telepek összevetésében pedig az átlagos Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-érték bizonyul a leginkább különbözőnek. Az öt alkotót együtt értékelve a különbség mértéke gyakorlatilag megegyezik. Az is látható, hogy az átlagos izzítási veszteség nem tesz különbséget az összehasonlított telepek között.

A fentiekhez hasonló alkalmazásban a varianciaanalízis segítségével nemcsak az dönthető el, hogy az összehasonlított telepek, teleprészek, más nagyságrendű egységek statisztikai értelemben az átlagos összetétel alapján hasonlóké, de különbségek esetén tisztázhatjuk egyes komponensek eltérést okozó szerepét is.

### 3. Diszkriminancia-analízis

Míg a clusteranalízis keresi a vizsgálati egységek szakmailag értelmezhető csoportjait, a diszkriminancia-analízis valamilyen, már meglévő, használatos vagy egy adott feladathoz ké-



3. ábra: A halimbai szenon (182 db minta: ★), a Fenyőfő—V. (196 db minta: O) és a Németbánya—V. (153 db minta: △) bauxittelep diszkriminancia-diagramja.

1. diszkriminancia-függvény =  $1,20 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 1,87 \cdot \text{SiO}_2 - 0,03 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,04 \cdot \text{TiO}_2 + 1,01 \cdot \text{izz. vesz.}$

2. diszkriminancia-függvény =  $0,94 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,43 \cdot \text{SiO}_2 + 0,41 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,24 \cdot \text{TiO}_2 + 0,66 \cdot \text{izz. vesz.}$

Az egyes telepek mintáinak zöme az átfedések ellenére is más-más területen koncentrálódik.



szített osztályozásból indul ki, és célja olyan döntésfüggvény(ek) vagy diagram(ok) kimunkálása, amely(ek) segítségével ismeretlen besorolású objektum osztályhovatartozása eldönthető (Le Maitre R. W. 1982). Amennyiben az adott szakmai feladathoz és a rendelkezésre álló adatokhoz sikerül adekvát matematikai eljárást választani, közvetlenül megkapjuk a bizonyos értelemben legjobb döntésfüggvény(ek)t, diagramo(ka)t.

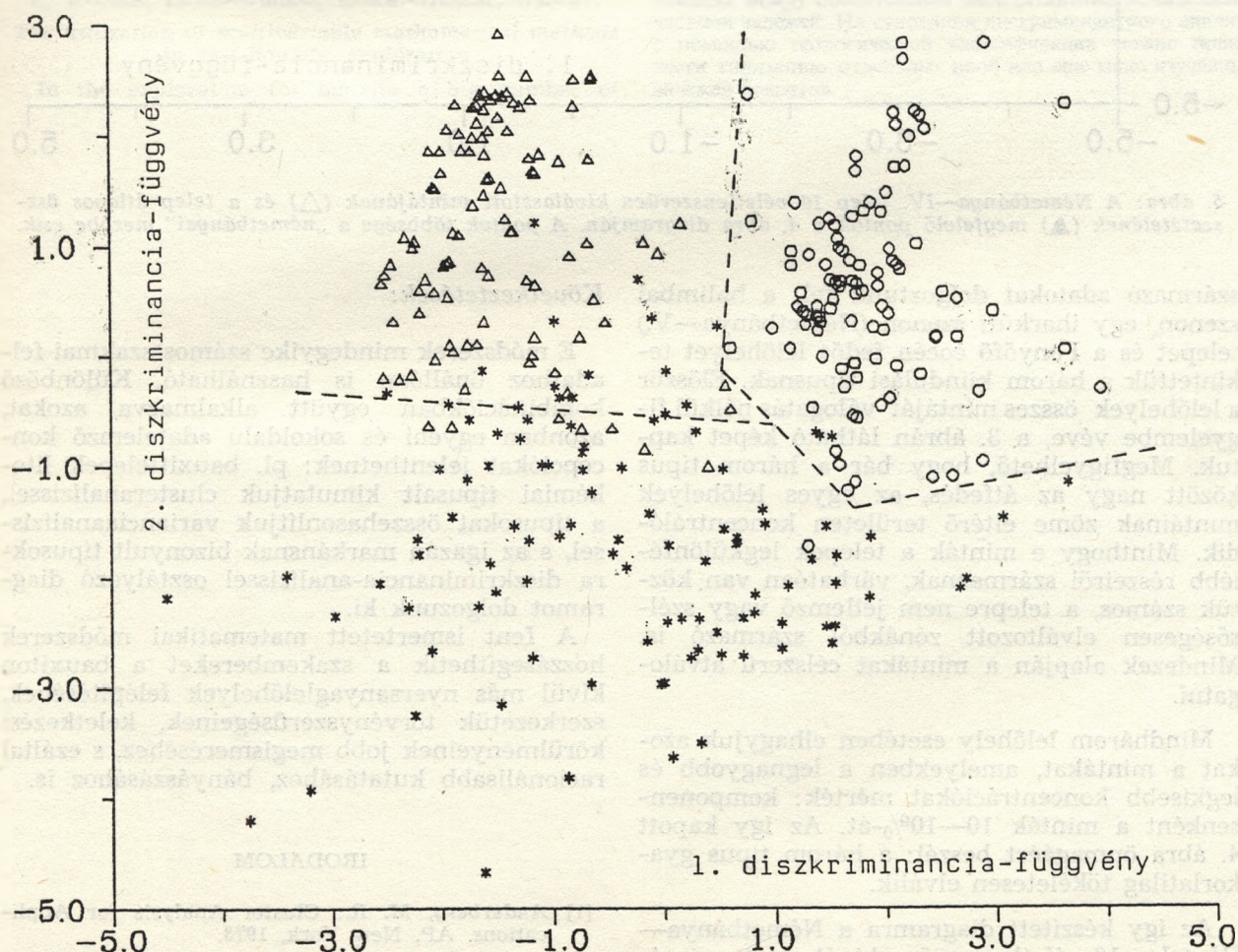
A módszer lényege a következő: Rendelésünkre áll egy tetszőleges elven kidolgozott, valahány (pl. 3) osztályból álló osztályozás és mindegyik osztályból statisztikus mennyiségű (pl. 100) megfigyelési egység, amelyet több, az osztályozás elvével bizonyítottan vagy vélhetően kapcsolatba hozható változóval jellemzünk. Az eljárás a koordináta-tengelyekként felfogott változók (azok számától függően akár nagyon sok) dimenziós terében pontokként értelmezett (példánkban összesen 300) megfigyelési egységnek olyan egy- (döntésfüggvény) vagy kétdimenziós (diagram) vetületét keresi, amelyben az adott osztályok pontjai a lehető legjobban elkülönülnek. Azt is könnyen ellenőrizhetjük, hogy a kapott függvény/diagram

mennyire megbízhatóan tesz különbséget a kiindulási osztályok között. Ehhez besoroljuk az eredeti objektumokat, és meglátjuk, hányat osztályoztunk tévesen. Tulajdonképpen eddig tart a diszkriminancia-analízis, a továbbiakban már ezt használjuk.

Egy (vagy több) ismeretlen hovatartozású vizsgálati egység a döntésfüggvényből kapott érték vagy a diagramon elfoglalt mező alapján minősíthető. Minél több osztályunk és változónk van, annál több függvényre/diagramra lehet szükségünk az új objektum megbízható osztályozásához. (Adott függvénnyel/diagrammal természetesen csak olyan objektumot sorolhatunk be helyesen, amelyik típusa az előzetesen megadott osztályozásban képviselve volt.)

A fentiek alapján bármilyen értelmes földtani (tektonikai, rétegtani, faciológiai, szedimentológiai stb.) osztályozáshoz olyan, most már csak kémiai jellemzőket használó függvények, diagramok készíthetők, amelyek segítségével még be nem sorolt minták, telepprészek, telepek, bauxitváltozatok osztályhovatartozása eldönthető.

Példaként három különböző bauxitterületről

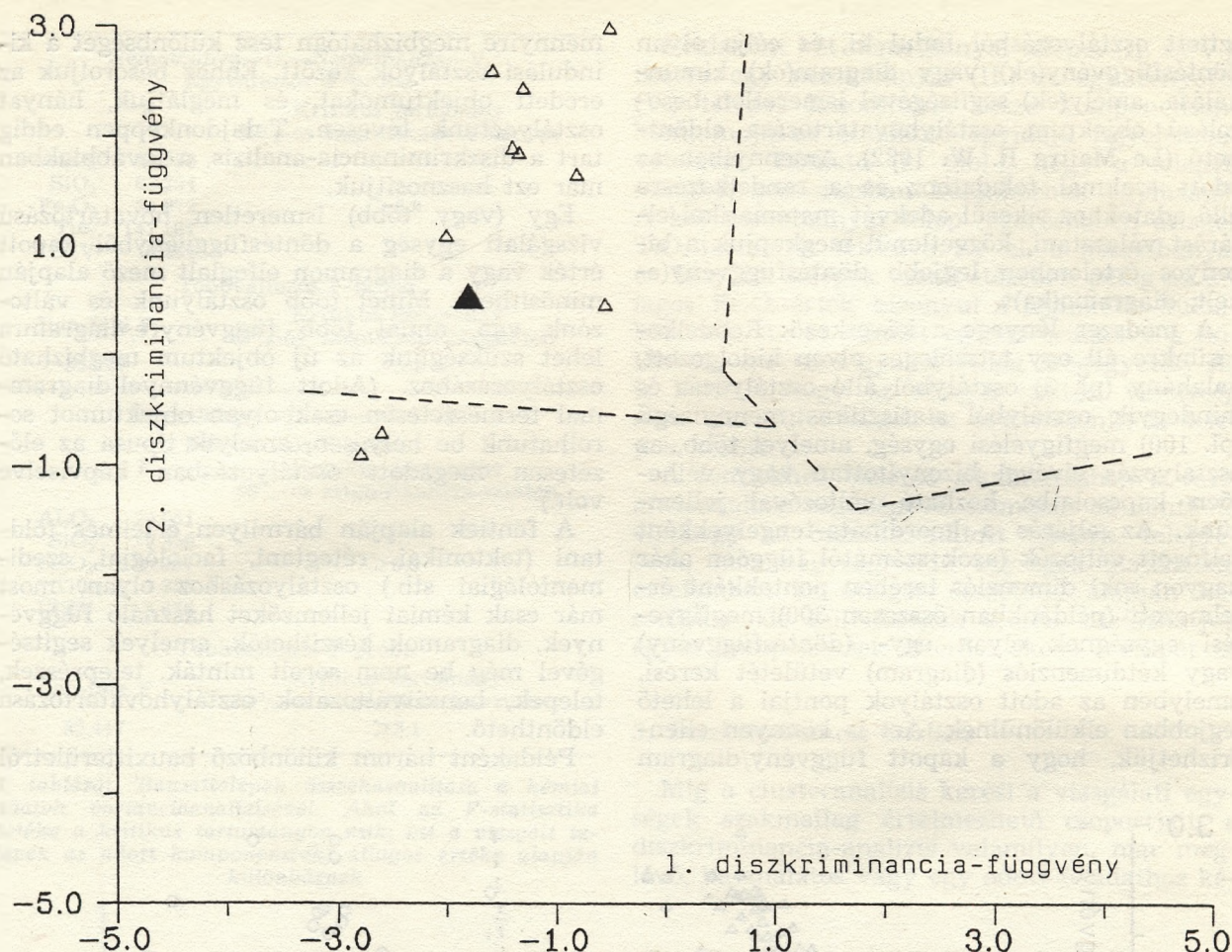


4. ábra: A halimbai szén (106 db minta: ★), a Fenyőfő—V. (100 db minta: ○) és a Németbánya—V. (104 db minta: △) bauxittelep diszkriminancia-diagramja. A 3. ábrán látható minták közül elhagytuk azokat, amelyekben a legnagyobb és legkisebb koncentrációkat mérték: komponensenként a minták 10–10%-át.

1. diszkriminancia-függvény =  $-0,16 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,53 \cdot \text{SiO}_2 - 0,55 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,10 \cdot \text{TiO}_2 + 0,20 \cdot \text{izz. vesz.}$   
 2. diszkriminancia-függvény =  $1,15 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,96 \cdot \text{SiO}_2 - 0,04 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,23 \cdot \text{TiO}_2 + 0,99 \cdot \text{izz. vesz.}$

A három telep mintái nagyon jól elkülönülnek. — — — : mezőhatárok.





5. ábra: A Németsbánya—IV. telep 10 véletlenszerűen kiválasztott mintájának (△) és a telep átlagos összetételének (▲) megfelelő pontok a 4. ábra diagramján. A pontok többsége a „németsbányai” mezőbe esik.

származó adatokat dolgoztunk fel: a halimbai szenon, egy iharkúti szenon (Németsbánya—V.) telepet és a Fenyőfő eocén fedős lelőhelyet tekintettük a három kiindulási típusnak. Először a lelőhelyek összes mintáját válogatás nélkül figyelembe véve, a 3. ábrán látható képet kaptuk. Megfigyelhető, hogy bár a három típus között nagy az átfedés, az egyes lelőhelyek mintáinak zöme eltérő területen koncentrálódik. Minthogy e minták a telepek legkülönbébb részeiről származnak, várhatóan van közöttük számos, a telepre nem jellemző vagy szélsőlegesen elváltozott zónából származó is. Mindezek alapján a mintákat célszerű átválogatni.

Mindhárom lelőhely esetében elhagyjuk azokat a mintákat, amelyekben a legnagyobb és legkisebb koncentrációkat mérték: komponensenként a minták 10—10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-át. Az így kapott 4. ábra önmagáért beszél: a három típus gyakorlatilag tökéletesen elválik.

Az így készített diagramra a Németsbánya—IV. telep 10 véletlenszerűen kiválasztott mintáját és átlagos összetételét feltéve látható (5. ábra), hogy azok a „németsbányai” mezőbe esnek, ami természetesen itt nem nyújt új ismeretet, a kapott eredményt (a diagramot) azonban hitelesíti.

#### Következtetések:

E módszerek mindegyike számos szakmai feladathoz önállóan is használható. Különböző kombinációkban együtt alkalmazva azokat, azonban egyéni és sokoldalú adatelemző koncepciókat jelenthetnek: pl. bauxittelepek litokémiai típusait kimutatjuk clusteranalízissel, a típusokat összehasonlítjuk varianciaanalízissel, s az igazán markánsnak bizonyult típusokra diszkriminancia-analízissel osztályozó diagramot dolgozunk ki.

A fent ismertetett matematikai módszerek hozzásegíthetik a szakembereket a bauxiton kívül más nyersanyaglelőhelyek felépítésének, szerkezetük törvényszerűségeinek, keletkezési körülményeinek jobb megismeréséhez, s ezáltal racionálisabb kutatásához, bányászásához is.

#### IRODALOM

- [1] Anderberg, M. R.: Cluster Analysis for Applications. AP, New York, 1973.
- [2] Bárdossy A.—Bárdossy Gy.—Bogárdi I.: Application of geological information to kriging. In: Armstrong M. (editor): Geostatistics, vol. 2., Kluwer A. P., Dordrecht, 1989.
- [3] Bárdossy Gy.: A magyar bauxit geokémiai vizsgálata. MÁFI Alkalmi Kiadv., Műszaki K., Budapest, 1961.



- [4] Böröczky T.: A Fenyőfő—IV. sz. telep bauxit-földtani vizsgálata. Szakdolgozat, ELTE kézirat, 1987.
- [5] Davis, J. C.: Statistics and Data Analysis in Geology. J. Wiley & S., New York, 1986.
- [6] Fodor B.: Bauxittelepek ásványvagyonának értékelése korszerű bányászati geometriai módszerekkel. Egyetemi doktori ért., kézirat, 1982.
- [7] Füst A.—Krasznai J.: A lognormális pontkrigelés alkalmazása Fenyőfő III. bauxitlencse vizsgálatánál. Bányászati és Kohászati L., 118 (2): 114—118 (1985).
- [8] Füstös L.—Mosolygó Gy.—Simonné Mosolygó N. 1986: A sokváltozós adatelemzés statisztikai módszerei. Akadémiai, Budapest, 1986.
- [9] Huszár Gy.—Ó. Kovács L. in press: Lithimicseszkie tipü iharkutszkih (Vengrija) karsztovüh boksztov. Geologija i Razvedka, Moszkva.
- [10] Jocháné Edelényi E.: A Halimbai Bauxit számítógépes vizsgálatának eredményei. MÁFI Évi Jel 1979-ről: 561—582 (1981).
- [11] Juhász E.—Ó. Kovács L. in press: A Halimbai Bauxit Formáció kémiai és szedimentológiai típusainak kapcsolata. MÁFI Évi Jel. 1988-ról.
- [12] Le Maitre, R. W.: Numerical Petrology. Elsevier, Amsterdam, 1982.
- [13] Ó. Kovács L.: Földtani minták csoportosítása matematikai módszerekkel. Egyetemi doktori ért., ELTE, kézirat, 1988.
- [14] Sammon Jr., J. W.: A Nonlinear Mapping for Data Structure Analysis. IEEE Trans. on Comp., C—18 (5): 401—409 (1969).

Ó. Kovács, Lajos—Juhász, Erika—Huszár, György:

*The utilization of multivariable mathematical methods in the bauxite exploration*

In the exploration for bauxite a big number of

chemical analyses with five constituents are carried out for the determination of the quality of the raw material. It is proper to process these also with the statistical methods of the multivariable data analysis, because the processes playing a role in bauxite formation influence differently the chemical components of the rock, so their joint combination characterizes the circumstances of formation. We can show different types within the bauxite layer by means of a cluster analysis. The variance analysis gives an opportunity for comparing the average component values of bauxite areas, deposits, parts of deposits. The discriminancy analysis carries out the grading of individual bauxite samples, of less known deposits on the basis of already existing geological classification.

Лайош О. Ковач—Эрика Юхас—Дюла Хусар

*Применение многомерных математических методов в поисках и разведке бокситов*

При разведке бокситов для определения качества руды проводится большое количество пяти-компонентных химических анализов. Целесообразно проведение математической обработки статистическими методами этих многокомпонентных параметров, так как процессы, играющие роль при бокситообразовании, различным образом влияют на химические составляющие породы, то есть их совместная комбинация характеризует условия образования бокситов. С помощью кластерного анализа можно выделить различные типы внутри бокситовой толщи. Дисперсионный анализ дает возможность сопоставления средних значений составляющих между бокситовыми месторождениями, залежами, частями залежей. На основании дискриминантного анализа с помощью геологической классификации можно произвести типизацию отдельных проб или еще мало изученных залежей бокситов.



la képződményeinek uralkodó hányadát jellemző lofer-ciklusok rendszerét, és ezzel összefüggésben módosítottam a lofer-ciklus eredeti definícióját. Eszerint az ideális lofer-ciklus d-A-B-C-B'-d képlettel írható le.

4. Alapszelvényeken végzett megfigyeléseken alapuló statisztikus feldolgozással kimutattam, hogy az egyes lofer-ciklusos megaszedimentológiai egységek különböző felépítésű (különböző típusú) ciklusokkal jellemezhetők.

5. A ciklusos karbonátos képződmények makroszkópos és mikroszkópi vizsgálata alapján a lofer-ciklusokat felépítő A, B (ill. B') és C ciklustagok különböző fácies típusait különítettem el, és az egyes típusokat beillesztettem a széles ár–apály-közeli övezettel rendelkező karbonátos tábla aktuálgeológiai alapú általános modelljébe.

6. Megállapítottam, hogy a felső-triász karbonátos tábla kőzeteinek jelentős hányadát kitevő dolomit kőzetfajták nagyrésze korai diagenetikusan dolomitizált és ez alapvetően a sabkha dolomitizációs modellel magyarázható. Ezt elsősorban a Földolomit-Dachsteini Mész-kő átmeneti egység mész-kő-dolomit átmeneti kőzettípusainak vizsgálatával bizonyítottam, amelyben a dolomitizáció egyes szakaszai mintegy „befagyva” őrződtek meg.

7. Felvázoltam a dunántúli-középhegységi felső-triász karbonátos tábla általános szedimentációs modelljét, amely magában foglalja a megaszedimentológiai egységek tér-időbeli kapcsolatából, a ciklicitásvizsgálatokból, a fáciesanalízisből levont következtetéseket és a dolomitizáció értelmezését is. A modell lényege az, hogy a karbonátos tábla uralkodó részét felépítő lofer-ciklusos karbonátos kőzetek (Földolomit, átmeneti egység, Dachsteini Mész-kő) kifejlődési jellegeit alapvetően a tengervízszint-ingadozások során végbemenő fáciesmigráció tartománya határozza meg. A Földolomit tartománya a külső selftől a dagály fölötti (szupratidális öv) felső részéig, a Dachsteini Mész-kő a selfperemtől a dagály fölötti öv alsó részéig terjedhetett.

8. Több száz ciklus adatainak elemzésével alátámasztottam azt a már korábban is valószínűsített feltételezést, hogy a dominánsan álló ciklusos üledékképződést „Milankovich-típusú

ciklicitás” hozhatta létre, feltehetően a 26 ezer éves precessziós ciklus. A ciklicitás a periodikus klímaváltozást tükrözi. A környezetileg rendkívül érzékeny, hatalmas kiterjedésű sekély táblán ugyanis, már viszonylag kismértékű változások is jelentős fáciesváltozást okozhattak.

9. Elemeztem a táblafejlődés epizódjaként felfogható, anoxikus medencealakulást („prekösseni esemény”) és a terrigén beszállítódás felerősödéseként értelmezhető „kösseni eseményt”, amelynek során a középhegység Ny-i részén pelites és szervesanyagban gazdag üledékkel feltöltődő elzárt medence alakult ki. A „kösseni medencén” belül fáciesegységeket jelöltem ki.

10. A középhegységi megfigyelések alapján felvázoltam a felső-triász karbonátos tábla kialakulásának folyamatát, fejlődésének szakaszait. Ezek a következők: medencefeltöltődési-ki egyenlítődési szakasz; sekély laguna szakasz; karbonátos tábla (platform) szakasz; karbonátos pad szakasz; a tábla tagolódásának szakasza.

11. A képződmények kifejlődési jellegei és az ősföldrajzi elemzés alapján megkísértem a Tethys peremi self részét képező Dunántúli-középhegység beillesztését eredeti környezetébe, azaz az Alpidák rekonstruált ősföldrajzi képébe. A beillesztést a főbb fejlődéstörténeti szakaszokat ábrázoló ősföldrajzi vázlatokkal szemléltettem.

12. Felvettem kutatási eredményeim gyakorlati alkalmazásának néhány lehetőségét:

- vízföldtani szempontból a karbonátos (karsztos víztároló) és a pelites-márgás (vízzáró) képződmények kapcsolatában kimutatott trendek lényegesek,
- szénhidrogén-földtani szempontból a potenciális anyakőzetek elterjedésének ősföldrajzi meghatározottsága érdemel kiemélést,
- a bauxitprognózis szempontjából az egyes felső-triász megaszedimentológiai egységek eltérő karsztosodási sajátosságai meghatározó jelentőségűek,
- az építőipari nyersanyagkutatás során a ciklicitás és dolomitizáció jellegének szabályszerűségei alkalmazhatók részben prognosztikus, részben közvetlen kutatási feladatoknál.



# A magyarországi szénhidrogénkutatás értékelése és korszerűsítése

A cikk annak a tanulmánynak az alapján íródott, melyet szerzői kollektíva a magyarországi szénhidrogénkutatás hatékony végzéséhez szükséges előírások és szabályozók vizsgálatáról készített.

A tanulmány és így e cikk célja is az, hogy a jelzett kérdések helyzetelemzése alapján a jövőbeni fejlesztési irányok helyes kialakításához szolgáltasson olyan gondolatokat, melyek segítségére lehetnek az ezekkel a kérdésekkel foglalkozó szakemberek és intézmények számára.

## 1.) Bevezetés

Hazánk területén Budafa térségében indult el az ipari kőolaj- és földgáztermelés 1937-ben. A magyar földtudományi szakemberek Eötvös Loránd és Böckh Hugó munkássága révén annak idején úttörő szerepet játszottak a szénhidrogénkutatásban, hiszen a világon először ők alkalmazták műszeres geofizikai mérésen alapuló kőolajfeltárást 1913-ban Egbellen, a mai csehszlovákiai Gbelyben, ahol Eötvös-ingás méréssel mutattak ki kőolajat tartalmazó földtani szerkezetet.

A szénhidrogénkutatásban a kezdettől napjainkig az alkalmazott módszerek bővültek és tökéletesedtek. A tapasztalat azt mutatja, hogy a kutatást mindaddig célszerű folytatni, amíg a geológiai és szénhidrogénföldtani viszonyok ismeretében a rendelkezésre álló módszerekkel kimutatható előfordulásokat rentábilisan meg tudjuk találni. Az ország területére öt évenként szénhidrogén-prognózist készítünk. A legutolsó az 1984. január 1. állapotot tükrözte.

A prognosztizált szénhidrogénvagyon megbízhatóságát az ország földtani felépítésének és a szénhidrogén-képződés földfejlődéstörténeti (sztratigráfiai, tektonikai, geometriai, geokémiai, hidrodinamikai stb.) hátterének ismeretességi szintje határozza meg.

A prognóziskészítés szintetizálja a szénhidrogénkutatás folyamatát. A folyamatosan továbbfejlesztett szénhidrogénprognózis számítási módszerek támaszkodnak a már ismert előfordulások terület, térfogat, készletsűrűség és szerkezetanalógiára. A megkutatottság, a földtani viszonyok és a képződmények ismeretességi szintjének növekedésével a korábban prognosztizált értékek — mind a medencerészenkénti abszolút mennyiségeket, mind a képződménycsoportok közti megoszlás arányát tekintve — az elmúlt évtizedek során jelentős mértékben módosultak.

Jelenleg az 1989. január 1. állapotra készülő prognózis munkáit végezzük.

Hazánk területe geológiailag az Alp-Kárpát-Dinari hegységrendszerek közötti medenceala-

kulat. A mélyben ezeknek az anyagát felépítő paleozoos-mezozoos képződmények találhatók. A Kárpát-medencének a harmadidőszak elején megindult gyors süllyedése vastag, helyenként 5–7000 m üledéksor felhalmozódását eredményezte. Szénhidrogénkutatásunk alapvetően az ország területének mintegy 70%-át kitevő fiatal üledékekkel borított részén folyik.

Ez a tevékenység a kőolaj- és földgázelőfordulások megismerésén túlmenően jelentős a Kárpát-medence megismerésében is.

A szénhidrogénkutatás hosszú időszakon keresztül biztosította a hazai kőolaj- és földgáztermelés készletfedezetét. Az 1984. január 1. állapot szerint az ismert szénhidrogénvagyonnak 69,8%-a neogén tárolóközetben található. Meozoos és idősebb kőzetekben 26,4%, a paleogén képződményekben 3,8% az ismert vagyon. A prognosztizált vagyonnak 48,5%-a a neogénben (ebből 4,4%-át becsüljük a nem szerkezeti típusú csapdáknak), 40,7%-ra mezozoikumban, vagy idősebb képződményben és 10,8%-a a paleogénben valószínűsíthető.

Jelenleg ismert készleteink 23%-ban szénhidrogéngázt, és 8,2%-ban CO<sub>2</sub> gázt tartalmaznak. A prognózisban 42,9% kőolaj, 51,3% szénhidrogéngáz és 5,8% CO<sub>2</sub> gáz megoszlással számoltak a további előfordulásokra vonatkozóan.

Szénhidrogénkutatásunk eredménye egyrészt a konkrét ásványi vagyon gyarapodásában és a sokrétű földtani-geofizikai információtömegben valósult meg. A kutatás működési—szervezeti kereteiről, a kutatási módszerekről és azok eredményeiből fakadó tapasztalatok átfogó vizsgálatáról az OKGT ad hoc munkabizottsága elkészítette — 1/1987. sz. IpM—KFH együttes utasítás végrehajtására létrehozott Operatív Bizottság munkaterve alapján — a szénhidrogénkutatásra vonatkozó „A kutatás hatékonyságának növelését biztosító kombinatív módszer-együttes kidolgozása” c. anyagot.

A tanulmányt a KFH Kőolaj- és Földgáz Szakbizottsága 1989. 03. 29-i ülésén megvitatta és egyhangúlag jónak minősítve, elfogadta.

A tanulmány megállapításait összefoglalva mutatjuk be a szénhidrogénföldtani kutatás fontosabb szervezeti és módszertani helyzetképét, valamint a fejlesztési tendenciákat.

## 2.) Helyzetkép

A magyarországi szénhidrogénkutatás jelentős tudományos és gyakorlati eredményei a szűkebb és tágabb hazai szakmai közvélemény



előtt ismeretes. Ez a tény a helyzetkép egyik igen pozitív oldala. A helyzetkép reális megítéléséhez ugyanakkor szükséges a kutatás szabályozási viszonyait is kissé részletesebben megvizsgálni.

A hazai szénhidrogénkutatás rendjét szabályozó 8/1971. számú NIM-KFH utasításból kell kiindulnunk, mely elvileg helyes, négyfázisú (elő, felderítő, lehatároló, részletező), megfontolt kutatást tesz lehetővé. Gyakorlati megvalósítását azonban számos — részint magára az utasításra visszavehető — tényező korlátozta.

Ezek közül néhány:

- Minden kutatási fázisról és annak eredményéről az utasítás szerint „kutatási program”-ot, illetve „földtani kutatási (összefoglaló) jelentést” kell(ett volna) készíteni. Ez a megvalósítás folyamatosságát jelentősen akadályozta, idejét indokolatlanul elnyújtotta.
- A kutatás érdekeltségi rendszere nem volt megfelelő. Dominált az eszközök működtetésével kapcsolatos naturális mutatók előtérbe helyezése a kutatási-, méginkább a tágabban értelmezhető — kőolaj- és földgázbányászati célok helyett. A nem megfelelő érdekeltségi rendszer a tárolók, telepek paramétereinek felületes megismerését eredményezte. Az érdekeltségi rendszer eszközcentrikus kialakulását elősegítette a szervezeti felépítés is: a kutatók az eszközöket üzemeltető gazdasági egységhez és nem a bányászati vertikum következő munkafázisához (művelés, kitermelés) álltak közelebb, vagy voltak azonos szervezeti egységben.
- Vélt, vagy tényleges termelési érdekekre való hivatkozással több esetben a kutatás már a korai fázisban abbamaradt. Hasonlóan kedvezőtlen eredményekhez vezetett esetenként a szakmailag megalapozatlan kritika a kutatással szemben, a „túlkutatás”-ra való indokolatlan és nem bizonyított hivatkozással.
- Az adott körülmények között nem alakult ki egy olyan integrált szakmai munka, melynek végső célja azonos lett volna az ipari szénhidrogénkutatás tényleges céljával, azaz kőolaj- és földgáztelepek felkutatásával, és olyan részletességű megismerésével, melynek alapján a gazdasági optimumra törekedve biztosítható lett volna a telepek leghatékonyabb leművelése.

A felsorolt tényezők vezettek oda, hogy a hivatkozott utasítás kiadása óta gyakorlatilag egyetlen kutatási területen sem került sor annak betartására: a kutatás a felderítő, legfeljebb a lehatároló fázis befejezéséig folyt.

Vizsgáljuk meg a kialakult gyakorlat szerint a mintegy összevont fázisonkénti kutatási módszeregyütteseket (geológia és geofizika együtt)

## 2.1. Elő- és felderítő kutatás módszeregyüttesei

- Az alapfúrési programot az eredetileg 1978–90. közötti időszakra tervezetthez képest csökkentett mértékben folytattuk. A csökkentést a nagymélységű kutatás megítélésének módosulása, és pénzügyi okok indokol-

ták. Ugyanakkor a regionális szelvényhálózati rendszerhez illesztve már meglévő fúrások információs anyagának bővítésével, újrafeldolgozásával létrehoztuk a „kvázi alapfúrások” kútállományát.

- Bemértük (illetve jelenleg is mérjük) a hetvenes évek közepén kijelölt, megtervezett regionális szeizmikus vonalhálózatot. A szelvényeket a területi jelentések tartalmazzák. Egységes szempontok szerinti teljes körű értelmezésük, az új földtani adatok bevitele és kiadásuk közös jelentésben még nem történt meg.
- Elvégeztük a prekambriumi-paleozoós, triász-alsókréta, felsőkréta és paleogén képződményeket feltárt fúrások maganyagának reambulációs vizsgálatát és egységes elvek szerinti, krono-, bio- és litosztratigráfiai besorolását, rendszerezését.
- Megtörtént a neogén összlet litosztratigráfiai rendszerbe foglalása, és folyamatban van a neogén képződmények szeizmosztratigráfiai feldolgozása.
- Fentiek alapján az 1984. január 1-i állapotú országos szénhidrogén-prognózisban kidolgoztuk, pontosítottuk, modernizáltuk az akkori ismeretek szintjén a földtani modellt.
- Létrehoztunk egy működő és bővíthető geokémiai adatbázist a meglévő adatok felhasználásával.
- A közelmúltban fejeződött be az Alföld neogén összletének és medencealjzatának szénhidrogén-prognózis szempontú tektonikai vizsgálata (tektonikai elemek regionális térképezése).
- Folyamatban van az ország szénhidrogén-csapdáinak feldolgozása, rendszerbe foglalása szénhidrogénföldtani és szeizmikus alapon, különös tekintettel a nem hagyományos (szubtilis, vagy rejtett) csapdákra.
- Alap- és kulcsfontosságú fúrásokban, új területek első (néhány) fúrásában, és régebbi területek új fúrásaiban VSP és szeizmikarotációs méréseket végeztünk (a sebességadatok pontosítására, rétegsor előrejelzésére stb.).
- Jelentősen bővítettük a fúrás közbeni földtani és műszaki vonatkozású műszeres információszerzést. A műszerkabinok alkalmasak iszap—gáztartalom, összetétel, furadék és maggáz, karbonát, márgasűrűség, AC, E, UV, fúróhaladás, terhelés, asztalfordulat, nyomások, iszapmennyiség és sűrűség, fúrásbiztonsági (lyukegyensúly-megbomlás) adatok folyamatos rögzítésére. Az adatok feldolgozására rendelkezésre áll a számítógépes háttér. Új fejlesztés az átadatátviteli egységek, a pyrologger és a laboratóriumi gázkromatográf.
- A mélyfúrési geofizikai információszerzés területén lehetővé vált a rétegsor nagy pontosságú tagolása, geológiai korreláció, telep-terképezés, szerkezeti viszonyok meghatározása, rétegek dőlésének meghatározása, tárolóparaméterek számítása, műszaki-technikai adatok meghatározása (vagy becslése),



valamint a szeizmikus mérések interpretációjának segítése. Kiemelkedően fontos az akusztikus és a sűrűség-szelvényezés. Korszerű szelvényező berendezések és feldolgozóegységek működnek rendszerszerűen vállalatinknál.

- Leraktuk a nagyobb számítógépes földtani-műszaki adatbázis és feldolgozás alapjait. Több működő, a kutatástervezést és értelmezést segítő kisebb adatbázisunk és programunk (térképszerkesztő, planimetráló, készletszámító, rajzoló) működik.
- A felszíni geofizikai módszerekkel végzett kutatások eredményeként országosan rendelkezésre áll a mágneses hatók térképe, valamint a gravitációs maradékanomália térkép. A geoelektromos mérésekkel a medencealjzat mélységére és tektonizáltságára vonatkozó ismereteket nyerünk tervezési és komplex értelmezési célra.
- A szeizmikus módszer a szénhidrogénkutatás ma ismert leghatékonyabb eszköze. A szeizmikus kutatásban az elő- és felderítő jelleget alapvetően az alkalmazott vonalhálózat sűrűsége határozza meg, amely viszont a kutatandó objektum méretének függvénye. Ebben a fázisban olyan vonalsűrűséget alkalmazunk, amellyel a kutatandó objektum kimutatható, illetve kellőképpen térképezhető. A szeizmika felbontóképességéből adódóan nem ritka eset, hogy a felderítő kutatás során olyan kisebb szerkezeteket mutatunk ki, melyek fúrásos kutatása előtt még kiegészítő mérésekre van szükség.

## 2.2. Előzetes és részletező kutatás módszeregyüttese

Ezt a két kutatási fázist az utóbbi 10–15 évben nem különítettük el, egyszerűen csak lehatároló (előzetes) kutatást folytattunk. Amikor kimerült a felderítőprogram (+ kiegészítés) volumene, vagy nem reméltük újabb produktív objektum megismerését, felderítő zárójelentéssel lezártuk a kutatást, és legtöbbször ehhez csatlakozva lehatároló programot írtunk. Sok terület ma is felderítő zárójelentéssel van befejezve (abbahagyva). Tulajdonképpen egy hosszú, évekkel ezelőtt előírt és kialakított rendszert igyekeztünk szakmai lelkiismeretünk és mindenkor feladataink összehangolásával betartani.

Nagy mértékben előtérbe kerül ebben a fázisban a geofizikai módszerek alkalmazása:

- A tárolóréteget kitöltő folyadékok sűrűség-differenciája, illetve az ún. „kéményhatás” alapján a részletező és nagy pontosságú gravitációs és mágneses, valamint geoelektromos mérések eredményei a komplex értelmezés és a csapda indikálásában, a fúrásponatok telepítési sorrendjének eldöntésében alkalmazható.
- A szeizmikus módszerek közül ebben a kutatási fázisban a kutatási objektum(ok) nagyságától és a rétegfelület(ek) várható sajátosságától függően alkalmazható a nagy felbontóképességű eljárás (HR=high resolu-

tion). Amennyiben a kutatott objektum felépítése nagyon bonyolult, pld. erősen tektonizált (töredezett), a mérési vonalhálózat olyan sűrűségére lehet szükség, amely minőséileg új szeizmikus mérési eljárást, az ún. háromdimenziós (3D) mérést jelent. A térbeli felvételezés sajátosságai miatt a vonalmenti (2D) szeizmikus mérések semmilyen mérési sűrűség mellett sem vezetnek el a 3D felvételezés nyújtotta kutatási lehetőségekhez.

- Részletező szeizmikus mérések (köztük a 3D mérés), a szelvények számítógépes feldolgozása (dekonvolúció, migráció, amplitúdóanalízis, szeizlog, szintetikus szeizmogramok, kinagyított változatok stb.).
- A pliocén üledékek esetében különösen fontos szerepet játszik a szeizmosztratigráfia, amely a litosztratigráfia és a litológiai vizsgálatokkal együtt a leülepedési környezetre, az üledékképződési mechanizmusra, a medencefejlődésre stb., ezzel a tárolók keletkezésére ad fontos adatokat. Kezdeti eredmények már vannak, de a rendszeres alkalmazásig még nem jutottunk el.
- A feladatok kutatási fázisok szerint nagyon nehezen választhatók szét, mert nem lehet előre megmondani a fúrás eredményét. Az adatok mennyisége, minősége változik a kutatás előrehaladásával, de az mindig igaz, hogy az egész folyamat alatt (telep megtalálásától a leművelésig) biztosítani kell a lyukgeofizikai adatokat, azok feldolgozási lehetőségét. A tárolók optimális megismerését alapfúrásban, felderítő, lehatároló, vagy termelő fúrásban egyaránt biztosítani kell.
- Ennél a kutatási fázisnál említjük meg a próbatermelés, tárolóhatár-vizsgálat, interferencia-vizsgálat, kapacitásmérés, mintavételezés, a hatékony rétegmegnyitás és rétegkezelés fontosságát. Ezek sikeres elvégzése jól előkészíti a feltáró (termelő) fúrások telepítését, és elkerülhetővé teszi nagyszámú részletező kutatófúrás lemélyítését.

## 3.) Fejlesztési tendenciák és követelmények

A gazdag és sokirányú hazai tapasztalat mellett a Petroleum I. Project néven ismert OKGT—Világbank szerződés lehetővé tette egyes fejlett kutatási módszerek megismerését és tanulmányozását külföldön is.

A fejlesztések (vásárlás, tréning) révén az OKGT kutatási vertikuma olyan korszerű terepi és laborműszereknek, számítógépeknek, szoftvereknek, fúrástechnikai eszközöknek, eljárásoknak stb. jutott birtokába, melyek az egyre nehezebb földtani körülmények közötti szénhidrogénkutatásban elengedhetetlenül szükségesek.

A szénhidrogénkutatás korábbi szervezeti és irányítási keretei sem maradhatnak változatlanok. Az eddig naturáliákra (méter, fúrási teljesítmény) orientált gazdálkodást egyre inkább az eredményérdekeltség (kitermelhető szénhidrogén-mennyiség, -költség) való orientáció váltja fel. Nem zárható ki a jövőben a hazai és a kül-



földi vállalatok versenye sem a hazai kutatásban.

Szervezeti módosítások is szükségesek a kutatás, illetve a kutatás és művelés igényeinek jobb összehangolása érdekében. Ennek szemléltetésére néhány megvalósítandó feladatot kívánunk csupán megemlíteni:

- könnyen mobilizálható, a mindenkori, előre nem tervezhető igények gyors kielégítését szolgáló szeizmikus csoport létrehozása;
- a mélyfúró és a lyukbefejező berendezéseknek szerviz-vállalati működtetése;
- a geológiai és geofizikai tervező-értelmező munka integrálása szervezeti módosítással;
- a kutatás és a művelés igényeit optimálisan és gazdaságosan kielégítő geofizikai és egyéb kutatási módszerek mértékének és arányainak meghatározása és alkalmazása;
- a gazdasági szemlélet megerősítése a kutatásban.

A gazdálkodás erősödése feltétlenül szükséges. Nyilvánvaló, hogy a közvetett (felszíni geofizikai) s a közvetlen (mélyfúrásos) kutatási-, valamint a művelési- és beruházási-tervezési, kivitelezési és kitermelési fázisok a kőolaj- és földgázbányászati folyamat (rendszer, vertikum) egészének kölcsönös fázisai.

Minden fázis döntéshozatalában és megvalósításában fontos az előző munkájának eredménye. Csak így javítható a szakmai és a gazdasági eredmény.

Az egyes fázisokban meglévő eltérő érdekelt-ségi rendszerek érvényesülése a folyamat működésének hatékonyságát rontja. Ennek gazdasági kihatásai — ismerve egy-egy mező szénhidrogénvagyonának értékét, a termelő beruházások költségeit — nagyon jelentősek lehetnek.

A szénhidrogénkutatásban a gazdasági szemléletváltás első jele, hogy 1988. január 1-jétől megváltozott a kutatás és feltárás finanszírozásának módja. Korábban ráfordításos elszámolással, a kitermelt szénhidrogének értékesítése után „automatikusan” képződő kutatási-, illetve feltérési alapból történt a finanszírozás. Az adott rendszer sem a megrendelőt, sem a kivitelező vállalatot nem tette közvetlenül érdekeltté sem a keretekkel való gazdálkodásban, sem a kellő mélységű kutatás elvégzésében. Az előbbi bizonyítja, hogy a képződő alapok évente felhasználásra kerültek. Az utóbbit a kellő részletességű kutatás elmaradása támasztja alá.

Folyó év elejétől az OKGT áttért a kutatás-feltérési közvetlen nyereségérdekeltségi rendszerének alkalmazására. A ráfordításos elszámolás helyett a kivitelező vállalatokkal a megegyezéses árak alkalmazására került sor. A finanszírozás tehát az eddigiektől lényegesen eltérő.

Mind a kutatást, mind a feltérést termelési költségként kell elszámolni.

Az új rendszer jelentősen eltérő helyzetet teremt az előzőnél: a megrendelő OKGT Kutatási Főosztály a költségek korlátozásában, míg a kivitelező vállalatok a nagyobb nyereség elérésében érdekeltek. A kivitelező vállalat a nagyobb nyereséget csak munkájának a korábbi-

nál sokkal ellenőrzöttebben igazolt jó minősége esetén kapja meg.

Ez a kutatás kivitelezésére is kihatással lesz: a „termelő szféra” a költségei csökkentése végett a kutatástól szakszerűen megkutatott lelőhelyek átadását várja.

Az eddigiek tükrében nyilvánvaló, hogy az irányítás oldalán is változtatni kell. Szükségnek tartjuk a kutatási fázisok követelményrendszerének felülvizsgálatát, szakmai és gazdasági szempontból egyaránt.

*Saját tapasztalataink, valamint a megismert külföldi módszerek arra mutatnak, hogy a kutatási fázisok elkülönítésének rendszere idejétmúlt.* A tőkebefektetés megtérülését szem előtt tartó fejlett olajipar a nyugati országokban még a kutató- és termelőfúrások között sem tesz különbséget. Minden erre alkalmas kutatófúrást szénhidrogéntermelővé kell kiképezni — gazdasági okok miatt. A hazai szénhidrogénbányászatban is csak a kutatás és a feltérás (kitermelés) megkülönböztetése indokolt.

A kutatás fogalmán belül legfeljebb a következő szakaszokat célszerű megkülönböztetni:

#### a) Elő kutatás

Ide tartozik a felszíni geofizika valamennyi módszere és a nem közvetlenül reményteljes szénhidrogénelőfordulás megtalálását célzó információszerző paraméterfúrás (előzőleg alapfúrás néven, de más kritériumokkal).

#### b) Kutatás

A fúrásos szénhidrogénkutatást foglalja magába. Kezdődik a hagyományos értelemben vett felderítéssel, azaz olyan geofizikai, vagy földtani „indikáció” fúrásos megismerésével, ami kőolaj- vagy földgázelőfordulásra reményteljes. A felderítés addig tart, amíg akár az első, akár a tizedik fúrás iparilag hasznosítható telepet nem talál. Ezután következik a továbbfejlesztés (előzetes- és részletező fázis együtt), amely mindaddig tart, amíg a várható készlet nagyságrendhez szükséges információ azt gazdaságilag indokolja.

#### c) Feltérás (kitermelés)

A régi fogalomkör változatlan, de azzal a kiegészítéssel, hogy a gyakorlatban utólagosan a kutatófúrások egy része is termelővé minősül. Nem szükséges minden előfordulásra (elsősorban a kis készletűekre) nagy pontossági igényeket kielégítő leművelési terveket készíteni, a nagy beruházásoknál szokásos nagyon költséges információanyagot megkövetelni.

A kutatás hatékonyabbá tétele érdekében meg kell oldani néhány regionális földtani értelmezési kérdést és módszertani korszerűsítést is.

A szakmai feladatok rendkívül szerteágazók. Kutatási tapasztalatunk eddig zömében a szerkezeti típusú csapdákhoz kötődik. A klaszikus szerkezeti indikációkat a szeizmikus időtérképek záródó szintvonalai egyértelműen kijelölték. A kimutatott új szerkezetek számának és átlagnagyságának alakulását szemügyre vé-



ve (I. sz. táblázat) nyilvánvaló az ország megkutatottságának magas foka.

I. sz. táblázat

Év	Új szerkezetek száma	Átlagnagys.
1978.	50	4,03 km <sup>2</sup>
1979.	29	3,49 km <sup>2</sup>
1980.	32	2,41 km <sup>2</sup>
1981.	32	1,59 km <sup>2</sup>
1982.	31	2,15 km <sup>2</sup>
1983.	27	1,68 km <sup>2</sup>
1984.	19	2,15 km <sup>2</sup>
1985.	18	1,65 km <sup>2</sup>
1986.	34	1,68 km <sup>2</sup>
1987.	30	3,8 km <sup>2</sup>
1988.	42	2,17 km <sup>2</sup>

A klasszikus szerkezeti indikációk közül nem találhattuk meg eddig az összeset, hiszen az eddig alkalmazott felszíni geofizikai módszerekkel nem tudtuk teljeskörűen kimutatni:

- a) a mezozoós medencealjzat belsejében kialakult (tektonikus és üledékeredetű) záródó szerkezeteket,
- b) a metamorf aljzatban tektonikus deformációk, rátolódások, során kialakult záródó szerkezeteket,
- c) a neogén medencealjzat felszínéhez kapcsolódó olyan szerkezeteket, amelyeket vastag miocén sorozat árnyékol.

Ezen objektumok kutatása tehát a jövőben is megkülönböztetetten fontos.

A hagyományos típusú új szerkezeti indikációk átlagnagyságának csökkenése miatt a felszíni geofizikai tevékenység a jövőben a hagyományos szerkezeti indikációk egyre részletesebb méréseket igénylő kutatása mellett ki kell bővülnön:

- a) az ismert előfordulások környezetében a még fúrással fel nem tárt, de potenciálisan szénhidrogéntároló földtani-geofizikai anomáliák kimutatásával,
- b) a modern mérésekkel még fel nem kutatott, de szénhidrogénföldtani szempontból perspektivikus területek átnézetes felmérésével (Somogy, Paleogén-medence, Jászság keleti része stb.),
- c) a rejtett csapdák (beleértve a tektonikus deformációkhoz kapcsolódó csapdákat is) felderítésével,
- d) az egyes medencék, illetve medencerészek komplex kőolajföldtani analíziséhez kapcsolódó szeizmikus sztratigráfiai és szeizmikus tektonikai vizsgálatokkal,
- e) a felszíni geofizikai mérésadatok és a fúrási adatok integrált értelmezésén alapuló „play” analízisnek a rejtett szénhidrogén-csapdák fúrásos kutatási költségét csökkentő célzatú elvégzésével.
- f) a kutatás gazdaságossága és komplexitása érdekében a közvetlen szénhidrogénkutatási eljárások alkalmazásba vételével.

Meg kell teremteni a földtani-geofizikai előkészítés mennyiségi-minőségi szintje és a fúrási kapacitás kedvező arányát.

A jövőben a felszíni geofizikának a geometria (záró szerkezet) mellett a szénhidrogén-felhalmozódás lehetőségét megszabó egyéb földtani feltételek fennállására vonatkozóan is egyre részletesebb információkkal kell szolgálnia.

A szeizmikus metodika és a feldolgozás intenzív fejlesztésével párhuzamosan legalább olyan intenzíven fejlesztik szerte a világon a kiértékelést (workstation) és az értelmezést (karotázs alkalmazás, szeizmikus fációs elemzés, ösföldrajzi, tektonikai rekonstrukció, medenceanalízis).

Növelni kell a mélyfúrás geofizikai lyukszelvényezés és a szeizmikus adatok korrelációját biztosító szeizmokarotázs és VSP-mérések mennyiségét, mert ezek a szeizmikus sebességadatok pontosítására, a rétegsor fúrás közbeni előrejelzésére a hazai és nemzetközi tapasztalatok szerint jól felhasználhatók.

A szeizmikánál pontosabban ma semmilyen más módon nem lehet előrejelezni a földtani felépítés változását a fúrások között, amennyiben jó minőségű mélyfúrás geofizikai szelvényeket (akusztikus, sűrűség stb.) is fel lehet használni a feldolgozáshoz, és az értelmezéshez.

A mélyfúrás geofizikai információszerzéssel lehetővé vált a rétegsor igen nagy pontosságú tagolása (geológiai korreláció, teleptérképezés, szerkezeti viszonyok meghatározása, rétegek dőlésének meghatározása, tárolóparaméterek számítása, műszaki-technikai adatok meghatározása), valamint a szeizmikus mérések interpretációjának javítása.

A szeizmikus értelmezés szempontjából kiemelkedően fontos az akusztikus és sűrűség-szelvényezés.

A prognosztizált szénhidrogénvagyon megtalálásához el kell végeznünk a Pannon-medence neogénjének regionális vizsgálatát, a szeizmosztratigráfiai, litosztratigráfiai, litológiai, üledéktani elemzéseket, ki kell jelölni a regionális miocén és pannon egységeket, tisztázni kell ezek egymáshoz való viszonyát, és meg kell alkotni a feltöltődési modellt.

Folyamatban van az alföldi fedett mezozoikum fejlődéstörténeti modelljének, az északi epikontinentális paleogén medence süllyedés-, és hő-történeti rekonstrukciójának elkészítése. A mezozoós képződmények elterjedési és vastagságviszonyainak vizsgálatán belül a lehetséges anyaközetek térbeli kijelölése, továbbá az eddig megismert csapdák összefoglaló feldolgozása és előrejelzési szisztémájának kidolgozása szintén folyamatban van.

A műszeres információszerzés területén újabb típusú műszerkabinok beszerzése, a minőségi és mennyiségi tényezők javítása a feladatunk.

Folyamatban van a kutatási programok adatbázisának készítése, a térképszerkesztő adatbázis feltöltése. A készletszámítás, a geo-műszaki tervkészítés számítógépesítése nagyrészt már megoldott.



Geológiai-geofizikai feladat az ún. „rejtett csapdák” hatékonyabb kutatása. Az elméleti alapok megismerésén túl ennek gyakorlati kivitelezése is megindult. A jövőben folytatjuk nagyobb földtani egységek integrált értelmezését az ún. „medenceanalízis”-t, melyet az OKGT—USGS együttműködés keretében kezdünk el.

A korszerű gazdálkodási gyakorlatban élesen vetődik fel a szénhidrogénkutatás gazdaságossági és kockázati kérdése.

A szénhidrogénkutatás irányításában döntő:

- a kutatási területek kiválasztása,
- a feltáratlan vagy még nem kellően ismert területek perspektivitásának megítélése,
- adott kutatási területre szakmailag szükséges és gazdaságos geológiai, geofizikai, fúrási tevékenység meghatározása.

Ezek közül az OKGT-kutatás vezetését különösen foglalkoztatja a különböző kutatási objektumok, felhalmozódási övezetek, medence-területek szénhidrogénkészletének számítógépes úton történő meghatározása, a kockázati tényező mérséklése.

A számítógépes eljárások az adatok és információk nagyon tág körének alkalmazását teszik lehetővé és különösen alkalmasak változatok elkészítésére. Különböző külföldi és hazai fejlesztésű eljárások adaptálását végeztük el és végezzük el (pl. play analízisen alapuló eljárások, Monte Carlo becslési módszerek, geostatistika stb.). A folyamatban lévő országos szénhidrogénprognózis elkészítésében ilyen módszereket is alkalmazni kívánunk.

#### 4.) Perspektivikus fejlesztési irányok

A kialakítandó egységes szemléletű kutatás érdekében ki kell térnünk a termelőmezőn (bányatelenken) belüli kutatás helyzetére és problémáira is.

A szilárd ásványi nyersanyagoknál hosszú ideje ismert az ún. bányabeli kutatás, a szénhidrogénekénél azonban ezzel a kérdéssel a 8/71. sz. utasítás nem foglalkozik. Az utasításban említés sem történt egyéb, a további megismerést szolgáló kutatási módszerek alkalmazásáról. Ezekre az 1988. január 1-ig létező feltérési alaptól történő finanszírozásra nem volt lehetőség.

Tényként kell megemlítenünk, hogy immár több mint másfél ötéves terv időtartamán belül sem került sor részletező kutatásra. Ennek elsődleges oka, hogy a csökkenő méretű új előfordulások ellenére változatlanul 35 tonna/méter effektivitású kutatási hatékonyságot írt elő a tervtörvény. Ezt a mutatót teljesíteni, vagy megközelíteni az adott berendezés-kapacitással csak úgy lehetett, hogy a részletezés elmaradt a naturális szemlélet miatt. A részletező kutatás elmaradása, annak „mezőn belüli” kutatással történő részleges helyettesítése elfogadottá, gyakorlattá vált. A kialakult helyzetet több szempontból sem lehet szakmailag, gazdaságilag elfogadni:

- a mezőn belüli kutatás csupán hiánypótló funkciót igyekezett betölteni,
- a kutatás effektivitását nem a megkutatottsághoz ténylegesen szükséges ráfordítások mérőszámaival jellemeztük,
- a mezőn belüli kutatás ráfordításai (fúrási méter, Ft stb.) nem a kutatásnál kerültek figyelembevételre (azt feltárásként kezeltük), de a készletváltozás (többnyire növekmény) a kutatásnál lett elismerve,
- a mezőn belüli kutatás többször nem volt kellően szisztematikus, a technikai, pénzügyi lehetőségek, szakemberellátottsági gondok kedvezőtlenül befolyásolták,
- megvalósításra a „megkutatottsági” nyilatkozat kiadása után, a művelés- és a beruházás-tervezéssel, kivitelezéssel egyidőben került sor,
- az eddig alkalmazott kutatási szisztémával egyes területek kutatása a felfedezéstől a befejezéséig hosszú időt vett igénybe: egy-két évtizede folyik kutatás Kiskundorozsma, Szarvas, Komádi, Körösszegapáti, egyes közép-alföldi gázmezők stb. területén.

A termelőmezőkön belül végzett kutatási célú, a készletadatok pontosítását célzó vizsgálatok és lehetőségek java része ismert, így ezzel jelen cikkben nem foglalkozunk. Az utóbbi időszak hazai gyakorlatában eredményes próbálkozásokat jelentett, és így a további alkalmazások szempontjából rendkívül fontos a részletező, mezőn belüli szeizmika.

Az erre vonatkozó tapasztalatok rövid összegzését adjuk a következőkben.

A szeizmikus mérések, kiértékelések lényegesen nagyobb lehetőségeket nyújtanak annál, mint amire a szeizmikát hosszú ideje alkalmaztuk. A geofon-távolság, az átfedések, a jelgerjesztés megfelelő megválasztása, a korszerű jelrögzítés, a számítógépi feldolgozás lehetőségeinek sokrétűsége, a szeizmikus és mélyfúrási geofizika együttes alkalmazásából nyíló lehetőségek, az eddig felhasználnál lényegesen nagyobb információ-tartalommal bírnak.

Az előbbieket felismerése, és a részletező szeizmika gyakorlati alkalmazása a mezőn belüli kutatási módszerek közül mind szakmailag, mind gazdaságilag jelentős. Módszertanilag újszerű alkalmazása (Szeghalom, Kiskundorozsma) eddig a nagy vastagságú alaphegységi tárolók fokozott megismerésére irányult. Felbonthatósága megközelíti vagy eléri az elvárható pontosságot. A tektonizált zónák, vetők kimutatására, a fellazult, breccsásodott és tömött zónák elkülönítésére, az összleten belüli várható fő áramlási irányok kijelölésére, megbízhatóbb geológiai modell kidolgozására, a termelő kúthálózat ésszerűbb kialakítására olyan többletinformációt nyújt, mellyel korábban nem rendelkezünk.

A részletező szeizmika alkalmazásának szakmai indokoltsága mellett a gazdaságossághoz sem fér kétség: pl. a szeghalmi előfordulás részletes felmérése és értelmezése egy, a termelő kúttávolságnak megfelelő vonalhálózat



esetén sem igényel nagyobb anyagi ráfordítást, mint egy átlagos fúrás ára.

A részletező szeizmika várhatóan hasonlóan jól használható eredményekhez vezet a pliocén rétegsorban elhelyezkedő telepek lehatárolási, szerkezeti stb. tisztázásánál is.

Mindezekből következik a 3D-s mérések kiterjesztésének hasznossága, különösen a produktív területeken. A szeizmikus mérésekkel szerzett részletes információk nagyban hozzájárulnak a kutatáshoz (pontkitűzés) és a geológiai modell kidolgozásához.

A mezőn belüli részletező szeizmikus munka során integrált szakmai munkát sikerült megvalósítani az OKGT, ELGI, GKV, KV, NKFV, SzKFI szakembereinek (geológusok, karotázs és szeizmikus geofizikusok, tároló-mérnökök), ami példaként is szolgál a jövőre nézve mind a kutatás, mind a feltárás tekintetében.

Balla, Kálmán—dr. Kókai, János—Németh, Gusztáv—Pályi, András—Pogácsás, György—Rádler, Béla—dr. Szalay, Árpád—dr. Szalóky, István—dr. Szentgyörgyi, Károly—dr. Völgyi, László:

*Evaluation and modernization of prospecting for hydrocarbons in Hungary*

The article was written on the basis of a study prepared by a group of authors on the methodological problems of prospecting for hydrocarbons in Hungary and on the examination of prescriptions and regulations necessary for an effective prospective work.

The purpose of the study and therefore also of this article is to raise such ideas for the correct setting of future development directions on the basis of the situation analysis of the raised problems which can be useful for experts and institutions dealing with these questions.

Кальман Балла—Янош Кокаи—Густав Немет—  
Андраш Пайи—Дьёрдь Погачаш—Бела Радлер—  
Арпад Салаи—Иштван Салоки—Карой Сентдьердьи  
Ласло Вельди

*Состояние и модернизация поисков и разведки  
нефти и газа в Венгрии*

Статья написана на основе работы, составленной коллективом авторов, изучавших методические вопросы поисков и разведки нефти и газа в Венгрии, а также инструкции и технические руководства для их успешного проведения.

Цель работы, а также и статьи, заключается в том, чтобы на основе анализа поставленных вопросов сделать такие предложения, которые оказали бы помощь специалистам и предприятиям, занимающимся этими проблемами, в выборе в будущем правильной стратегии модернизации геологоразведочных работ в области нефти и газа.



Solymosi Franciska—dr. Nagyné dr. Czigony Ilona:

„Földtani kutatási adatok korszerű feldolgozása a teljes vertikumban” című tanulmányához

Örömmel olvastam, hogy a teljes vertikumban való gondolkodás szüksége ismét napirendre került. A téma még mindig (sőt már megint) időszzerű, mivel a megoldás érdekében korábban hozott intézkedések eddig nem vezettek eredményre. Szeretném azonban felhívni a szerzők és a szakközönség figyelmét néhány olyan (többnyire elméletileg is) megoldatlan problémára, amellyel elképzeléseik megvalósítása során feltétlenül találkozni fognak. Észrevételeimet a tanulmány felépítését követően teszem meg.

Egyetértek a szerzőkkel abban, hogy „A bányavállalatoknál meglévő nagytömegű adat mélyfúrási adathalmazát konvertálása és ennek számítógépes információvá történő feldolgozása sürgető igény, ...” de ennek mikéntjére sajnos nem adtak kivitelezhető megoldást. A megvalósítás sokkal bonyolultabb annál mint az első látásra tűnik, hiszen különböző megbízhatóságú és térfogatú minták együttes kezeléséről van szó. A problémára részletesebben az „ALAPADATOK” fejezet kapcsán térek ki.

A rendszer szakterületeit kibővíteném egy, az Országos Érc- és Ásványbányáknál igényként felmerült „marketing modul”-l, amely a bánya termékeinek piacára vonatkozó tény és prognózis adatokat rögzítené. Ennek kapcsán jut eszembe egy több mint másfél évtizeddel ezelőtt Budapesten elhangzott előadás, amelyben az Angol Állami Szénbányák egyik geológusa a piac és a termelés kapcsolatát elemezte. Elmondta, hogy a bányák szénvagyonát a napi piaci minőségi igényeknek megfelelően naponta újra minősítik és a piachoz igazodva irányítják a termelést is. Ilyen esetekben tehát maga a piac ad minden tekintetben kényszerítő megoldást arra, „hogyan” milyen irányban változtassuk a termelés szerkezetét, ha gazdaságosabban akarunk termelni.”

A gazdaságosság vonatkozásában elengedhetetlen a vertikumban (és nem csak a bányák vertikumában) való gondolkodás. Ha például a végtermék elektromos energia, úgy a vertikum a bányát, az osztályozót és az erőművet is magában foglalja. Külön felhívnom a figyelmet arra a közismert, de sokszor figyelmen kívül hagyott felismerésre, hogy a vertikum részeinek optimumai nem szükségszerűen eredményezik a teljes vertikum optimumát.

Az optimális technológiák kiválasztása kapcsán megemlítem, hogy a technológia elemeit célszerű lett volna három csoportba sorolni, mivel a nehezen módosítható elemek néhány, a szerzők által könnyen módosítható elemnek minősített technológiai modult bizonyos mértékig determinálnak. Ilyenek például a föld alatti szállítás, részben a szellőztetés és a fenn tartás.

A „B, ALAPADATOK” fejezethez hozzászólva, mindenekelőtt le kell rögzítenem a következőket: a földtani kutatás és a bányaművelés során a minta lehet diszkrét és folytonos, a különböző térfogatú minták különböző mérési eszközökkel és mérési módokkal, különböző személyek által vizsgálhatók. Eből következik, hogy ha elvileg megoldhatónak is tűnik ezen adatok egységes adathalmazra konvertálása, gyakorlatilag a megoldáshoz számtalan problémát kell tisztázni. Ezek, a teljesség igénye nélkül, a következők:

- milyen térfogatú mintákra vonatkoznak az elemzési eredmények (gondoljunk csak a mintaosztályozás szabályaira);
- milyen megbízhatóságúak az elemzési eredmények (volt-e ellenőrző elemzés);

- a folyamatos mintavétel eredményeit hogyan és milyen mintatérfogatra vonatkozóan digitalizáljuk;
- szükséges-e a vizsgálati eredmények abszolút megbízhatóságának számítására törekedni, vagy megelégedhetünk a relatív megbízhatóság ismeretével;
- hogyan számítsunk a különböző megbízhatóságú paramétermintákat tartalmazó halmazra félvariogramot és hogyan végezzünk becslést (például krigelést);
- hogyan számoljunk megbízhatóságot ilyen feltételek mellett például a szénvagyonra.

A problémákat még tovább is sorolhatnám, de inkább magára a rendszerre vonatkozóan tennék néhány megjegyzést. A szerzők által javasolt rendszer végső célja egy hatékony termelésirányítás megvalósítása. Ennek azonban a felsorolt két követelmény („1. a mérőműszerek tökéletesítése, 2. a mérési adatok torzítatlan feldolgozása”) mellett az is feltétele, hogy időben folyamatos mintavétel és elemzés legyen. Operatív irányítás ugyanis úgy nem képzelhető el, hogy a labor a termelvény minőségéről csak (hosszabb-rövidebb) időeltolódással szolgáltat adatokat. A termelés irányításához ugyanis megbízható prognózis, a termelvény minőségi és mennyiségi paramétereinek folyamatos ismerete és a prognózis utólagos kontrollja szükséges.

Vitakoznék a szerzőkkel abban, miszerint „A termelési kutatás adatainak mélyfúrási adathalmazára konvertálása módszerének általános elve nem más, mint az adatbank hierarchiájának leírása. Az adatok logikai és fizikai kapcsolódását a koordinátákon keresztül biztosítjuk.” ... „Egyszerűen szólva „felfűzzük” az információkat a Z tengely mentén a számbavételi határig. A rácpontok sűrűsége tetszőlegesen kialakítható!” Kétlem, hogy ez ilyen egyszerű volna. Gondoljunk csak arra, hogyan lehetne egy adatbázisba tenni egy külszíni (feltételezetten függőleges) mélyfúrást valamely telepre vonatkozó fűtőérték elemzéseinek sorát egy ugyanazon telepet harántolt bánya belsejében fűrés adatsorával ha a fűrés egy a telepre hajtott vágatból mélyítették. A két esetben nem azonos a mintatérfogó, ennek vonzatainak a tömeghatás, de az utóbbiban (ha el is tekintünk attól, hogy nem a teljes telepet harántoltuk) baj van a minták koordinátájával is.

Helyesen jegyzik meg a szerzők, hogy „A termelési kutatások adatainak megbízhatóságát gondosan ellenőrizni kell és minden esetben mérőszámmal kell ellátni. (Hibahatár, valószínűség, feltételes valószínűség). De ezzel a dolog még nincs elintézve. Ha ugyanis azt akarjuk, hogy a szénbányászati értékelő rendszer alrendszerei (ezek közül is elsődlegesen a GEOSTAT) jól működjenek, akkor jól definiált, azonos térfogatú és azonos megbízhatóságú mintahalmazra van szükség. Ennek hiányában ki kell dolgozni azokat az algoritmusokat, amelyek a feldolgozást speciális körülmények között is lehetővé teszik. Ezért kétlem, hogy „a termelési kutatás elvileg bármely hálósűrűségű mélyfúrással kutatással egyenértékű konvertálhatósága” ma teljesen megoldott kérdés lenne.

Befejezésül kitérek arra, hogy az elmondottak ellenére magam is helyesnek tartanám egy olyan Bányászati Értékelő Rendszer (OBÉR) kialakítását amely teret adna az egységesítési törekvések bizonyos fokú érvényesülésének. Előfeltételként szabnám azonban az eddig felsorolt észrevételeim tüzetes vizsgálatát és a felvetett elméleti kérdések megválaszolását. De ki kell mondanom azt is, hogy ez a rendszer a különböző nyersanyagfajtákhoz (például minőségi vonatkozásban) és lelőhelyekhez rugalmasan alkalmazkodjon. Az OBÉR tehát az én elképzelésem szerint nem szigorú előírások logikai rendbe szedett halmaza kellene legyen, hanem a helyi sajátosságokhoz rugalmasan alkalmazkodó olyan keret, amely rendszerint inputjaiban és outputjaiban többé kevésbé azonos.

Dr. Füst Antal



# A hazai bányabeli geofizikai mérések helyzete a szén- és bauxitbányászatban

A közlemény a szén- és bauxitbányászatban végzett kutatások és kutatóhelyek rövid áttekintése után összefoglalja azokat a kívánalmakat, illetve feladatokat, amelyek a kutatógeofizikusokat új, speciális föld alatti, bányabeli módszerek és műszerek kifejlesztésére ösztönözték. Ismerteti a kifejlesztett szeizmikus és geoelektromos módszerek lényeges elemeit és az alkalmazásuk feltételeit. Röviden foglalkozik a bányabeli fúrások szelvényezésével, továbbá a geotermikus módszer lehetőségeivel. Elemzi a hazai bányageofizika helyzetét és javaslatot tesz a kutatások intenzifikálására és az alkalmazásuk körének szélesítésére.

## 1. A FEJLŐDÉS ÁTTEKINTÉSE, ELVÁRÁSOK

Valószínűleg nemcsak hazai viszonylatban voltak úttörő jellegűek azok a bányabeli geofizikai mérések, amelyeket Pekár Dezső a Salgótarjáni Kőszénbánya RT. Reimann aknája területén 1928-ban Eötvös-ingával végzett Dorogon, a triász mészkőaljzat vágatok alatti, vízzel töltött, nagyméretű karsztos üregeinek felkutatására [1].

E korai kísérleteket meglehetősen elhúzódozó, helyi jellegű és így koordinálást is nélkülöző fejlesztés követte. Intenzívebbé a 60-as évek második felétől vált, ami összefügg a Mecseki Szénbányák Kutatási Osztálya, az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, a Bányászati Kutató Intézet, a NME Geofizikai Tanszéke, az Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat ilyen irányú tevékenységének fokozódásával. Megjegyzendő, hogy a Mecseki Ércbányászati Vállalatnál a megalakulástól kezdve rendszeresen végeztek az uránbányászat jellegének megfelelő bányabeli geofizikai méréseket. A vállalat geofizikusainak a bányabeli tapasztalataikra építve nagy szerepe volt a bányageofizika más területekre történő kiterjesztésében. Jelentős előbbre lépés volt, amikor szénbányászati vállalatok geofizikus csoportokat alakítottak, illetve néhány geofizikust alkalmaztak. 1979-ben megalakult a MTA Geofizikai Tudományos Bizottságának Bányageofizikai Szakbizottsága, valamint a Magyar Geofizikusok Egyesülete Bányageofizikai Bizottsága.

A fejlődés menete legjobban az egymást követő bányageofizikai ankétok nagyrészt publikált anyagán követhető nyomon. Az eredményeknek 1980-ig szinte teljes áttekintését adja — a felszíni geofizikai módszerek alkalmazásával együtt — a NIMDOK Bányai Szakirodalmi Tájékoztató két geofizikával foglalkozó kötete [2]. A kiadványok megjelentetése egyben azt is tükrözi, hogy az iparág legfelsőbb

irányítása is sürgette a bányageofizika szélesebb körű bevezetését.

Az egymást követő ankétokon a szén- és bauxitbányák földtani kutatását irányító geológusok és a bányászat menetéért felelős bányamérnökök kifejtették elvárásaikat a bányabeli geofizikai kutatásokkal szemben. Ezek átfogóan a következők szerint csoportosíthatók:

- A széntelep tektonizáltságának, földtani és minőségi inhomogenitásainak geofizikai feltérképezése a vágatokkal feltárt fejtési pászttájakban;
- A fekü és a fedü vízvédelmi, esetleg szilárdtsági szempontú geofizikai vizsgálata;
- A geofizika alkalmazása a bányabiztonsági feladatok megoldásában, a közettömegben belül lejátszódó fizikai folyamatok geofizikai követése;
- Kőzetmechanikai, reológiai és más kőzetfizikai és minőségi paraméterek meghatározása a telepre és kísérő kőzeteire;
- A bányatérsegek környezetében a feszültség eloszlásának és a bányaművelés menetével, módjával való összefüggésének, időbeli változásának geofizikai meghatározása;
- Előfúrások geofizikai szelvényezésének megoldása;
- Speciális bányamérési problémák — például elferdült fúrólyukak megkeresése — megoldása.

A felsorolt feladatoknál a mérendő paraméterek és a belőlük levezetendő információ sajátosságai, a teljes geometriai térben történő kutatási metodika, a mérési rendszerek korlátozott telepítési lehetősége, a bányabeli munkával kapcsolatos zavaró objektumok és zajok meglelte, a biztonsági előírások olyan eltérést jelentenek a rutinszerűen alkalmazott felszíni mérésekhez képest, hogy komolyabb műszer- és módszerfejlesztés nélkül megoldásuk nem lehetséges.

Emiatt kényszerültek a bányageofizikával foglalkozó intézmények úgy az elmélet, mind a megvalósítás és alkalmazás szempontjából kimondottan összetettnek tekinthető kutató-fejlesztő munkára. A megbízók és felhasználók lehet hogy nem is érzékelték ennek nehézségi fokát és arra számítottak, hogy a felszíni kutatásnál jól bevált módszerek könnyen és rövid idő alatt átvihetők a bányabeli kutatásokra.

Nyugodt lelkiismerettel állítható, hogy a magyar bányageofizikai módszer- és műszerfejlesztés nemzetközi összehasonlításban is megállja a helyét és külföldön is elismert.



## 2. A MÓDSZER- ÉS MŰSZERFEJLESZTÉS LÉNYEGESEBB EREDMÉNYEI

### 2.1 Bányabeli szeizmikus módszerek

A szeizmikus módszerek a kőzetek rugalmassági-reológiai sajátosságain alapulnak. A kőzetek eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek, illetve a kőzeteket érő külső hatások azokat valamilyen mértékben megváltoztathatják. A kérdés az, hogy a kőzettestek közötti, vagy a kőzettesten belül létrejövő sebesség, ill. abszorpció-különbség elegendő nagy-e ahhoz, hogy az általuk fellépő hullámterjedési idő és amplitúdó-különbségeket meg is tudjuk mérni. Esélyeink növekednek akkor, ha:

- szeizmikusan „nyugodt” környezetben dolgozhatunk,
- „vizsgálatunk tárgyához” minél közelebb juthatunk,
- a földtani felépítést — szeizmikus szempontból — legjobban közelítő még „kezelhető” modellt képesek vagyunk megtalálni,
- az adott modellre optimális észlelési rendszert és módszert választunk,
- hatékony feldolgozási és értelmezési eljárások vannak birtokunkban,
- a tervezés-észlelés-feldolgozás-értelmezés folyamatában keletkező és „tovaterjedő” hibák természetét ismerjük.

Az első kettő feltétel indokolja a szeizmikus módszerek bányabeli alkalmazását, az utóbbiak pedig a hozzátartozó módszerfejlesztést és az elméleti munkát sarkallják.

A hazai mélyművelésű szén- és ércbányaszatban meglévő sokrétű bányaföldtani, termelésvezetési és bányabiztonsági feladatok megoldására a szeizmikus módszerek több változatát fejlesztették ki.

Bányabeli *reflexiós* szeizmikus kutatásról olvashatunk beszámolót 1984-ből [3]. Kidolgozták a szeizmikus hullámok visszaverődésén alapuló reflexiós bányabeli mérés metodikáját és adatainak hatékony, számítógépes feldolgozását. A reflexiós mérések vágatokból laterális és vertikális értelmű kutatást is lehetővé tesznek és alkalmazhatók például a telepet átszelő vetők, a védőréteg vastagságának, az aljzat reliefjének kutatásában.

A szeizmikus *refrakciós* eljárás a hullámok megtörését hasznosítja. Csak akkor alkalmazható kőzettestek közötti határfelületek meghatározására, ha az észleléstől számítva távolabbra eső rétegben nagyobb a testhullámok terjedési sebessége, mint a közelebb elhelyezkedőben. Ez a feltétel a mészkő (ill. dolomit) és a rátelepült összletek tekintetében általában teljesül. A védőréteg vastagságának vizsgálata ez a módszer is alkalmazható [3]. A védőréteg-vastagságra kvalitatív információk nyerhetők a vágatok közötti refrakciós átvilágítások tomográfiai feldolgozásával (1. ábra) [4]. A mélyművelésű bauxitbányaszatban igen fontos földtani feladat a bauxitfekü minél pontosabb térképezése a termelésvezetés érdekében. Noha a módszer alkalmazásának közetfizikai feltéte-

lei adottak, a határfelület nem „éles” (átmeneti zóna) szeizmikus szempontból [5], valamint szélsőyes, hirtelen változásokkal tarkított lefutású. Ennek következtében a refrakciós mérések megfelelő pontosságú értelmezése nehéz.

A szeizmikus bányabeli módszerek közül a szénbányaszatban leginkább elterjedt a *telephullámmódszer*. Azon a majdnem mindig teljesülő közetfizikai feltételen alapul, hogy a széntelepben a testhullámok kisebb, a mellékkőzetekben nagyobb sebességgel terjednek. Ebben az esetben a telepben keltett rezgések energiájának nagy hányada a telepbe zártan terjed tova jelentős csillapodás nélkül, így a telephullámok kinematikai és dinamikai jellemzőiben beálló változások a telepbeli inhomogenitások megjelenésére vezethetők vissza.

Az első hazai kísérletek 1972–73-ban történtek az NME Geofizikai Tanszéke és a MÁELGI kivitelezésében. Napjainkig szinte valamennyi hazai bányában kipróbálásra került. Az első kísérleti méréseket követően megindult külföldi tapasztalatokra is épülve, a hazai viszonyoknak megfelelő módszer- és műszerfejlesztés, majd egyes területeken az alkalmazás. Erről számos publikációt találunk [2, 4, 6–13, 10]. A hazai elméleti kutatások nagymértékben hozzájárultak a telephullámok sajátosságainak és a rétegsor paraméterei kapcsolatának tisztázásához. Különösen fontos ez a kedvezőtlen földtani adottságok miatt.

A hullámvezetés kialakulásának feltételeként már említett sebességkontraszt pusztán megléte ugyanis nem elegendő a telephullámok eredményes alkalmazásához. Kis sebességkontraszt esetében például a hullámvezetésben a szénteleptől távolabb eső rétegek is részt vesznek, befolyásolják a telephullámok jellemzőit. Hazánk telepes összleteinek többségében ez a helyzet. Az ilyen közegben terjedő telephullámok tulajdonságainak leírásához bonyolultabb többréteges hullámvezető csatornamodellek használata szükséges.

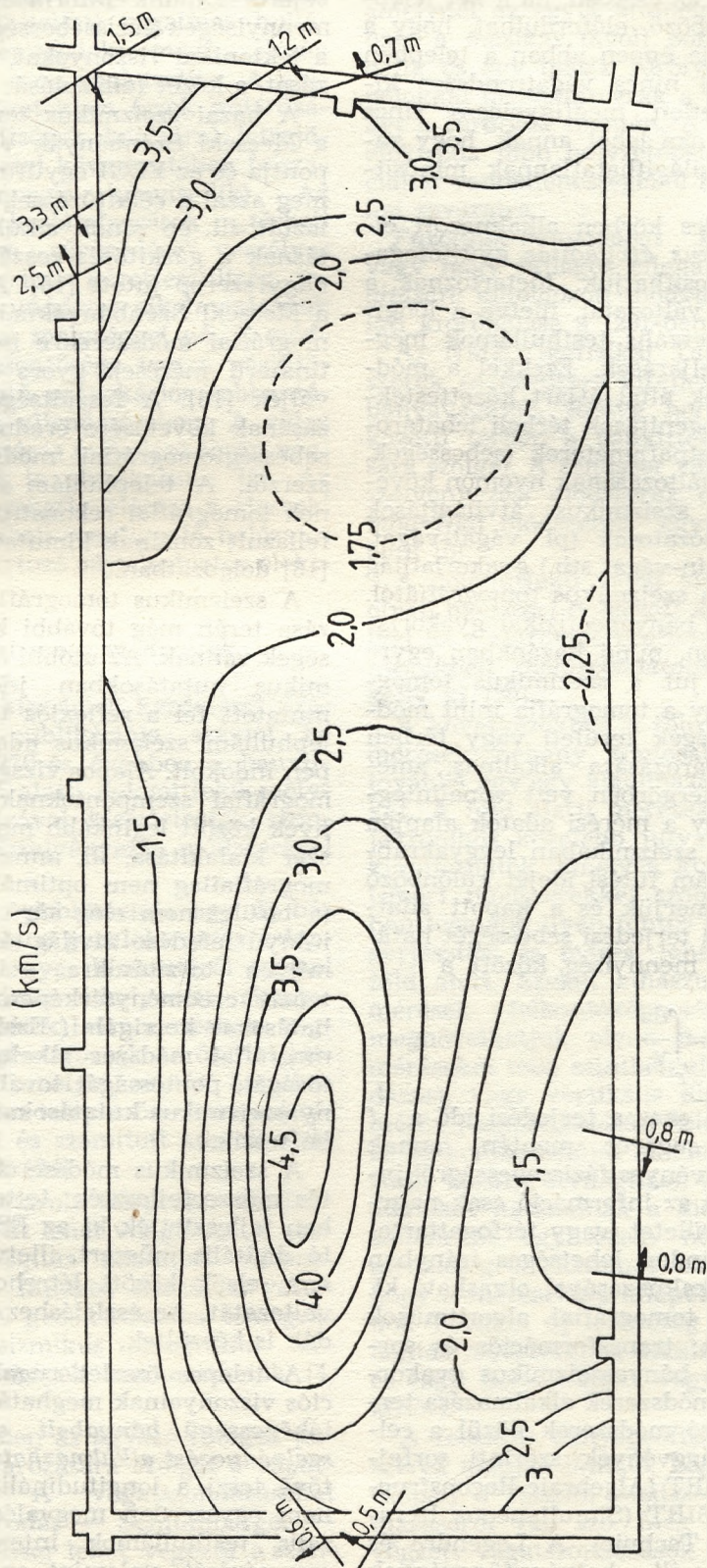
A csatornamodell nem kellő ismeretéből téves értelmezés is következhet. A teljesség igénye nélkül néhány ilyen esetet ismertetünk.

Ha a telepes összlet három réteggel közelíthető (fedő-telep-fekü) és a mellékkőzetekben a testhullámok sebessége különböző, létezik egy ún. levágási (cut-off) frekvencia, amelynél kisebb frekvencián nem létezik telephullám. Kedvezőtlen esetben az abszorpció nagy frekvenciákat csillapító hatása és a levágási frekvencia léte által meghatározott szűk frekvenciasáv gyorsan csillapodó hullámterjedést enged csak meg. Az ilyen körülmények között terjedő telephullámokat csak nehézségekkel használhatjuk [9].

Előfordul az is, hogy a telep közvetlen fekéjében olyan „réteg” található, amelyben a testhullám terjedési sebessége a telep és mélyfeküé közé esik. Ekkor olyan a hullámvezetés sajátossága, hogy jól mérhető telephullámösszletevő a telepből és közvetlen fekéből álló „kétréteges csatornában” terjed. Ezért még a telepet teljesen elvető vető esetén is „jól átvilágítható”



Oroszlányi Szénbányák XX. Bányaüzem, 213 sz. front szeizmikus refrakciós tomográfiai eredménytérképe



A nagy sebességű területeken a védőréteg elvékonyodik.



maradhat a telepes csoport. Jelentős hibákat követhetünk el az értelmezésben, ha például a fenti modell közvetlen fekéjében található rétegekben a testhullámsebesség folyamatosan változik, mi azonban — a szokások szerint — konstans átlagsebességet rendelünk hozzá.

Veszélyeket rejt magában az egymáshoz viszonylag közel elhelyezkedő, két telepet tartalmazó összlet. Ebben az esetben, ha a két telephullám energiája éppen abban a telephullám koncentrációja, ahol nincs vágatrendszer kiépítve, így a közvetlen megfigyelésre sincs mód. Ez a jelenség oka lehet annak, hogy zavartalan telepet átvilágíthatatlannak minősítünk.

További igen széles körben alkalmazott eljárásokat a *szeizmikus átvilágítás* gyűjtőfogalom körébe csoportosíthatjuk. Idetartoznak a telephullámmódszer változatai, illetve a longitudinális és transzverzális testhullámok megfigyelésén nyugvó eljárások. Ezekkel a módszerekkel a hullámok által átvitt közestestekben meglévő inhomogenitások térbeli lehatárolása, az egyes közetparaméterek (sebességek, abszorpció) időbeni változásának nyomon követése lehetséges. A szeizmikus átvilágítások módszerei igen változatosak (pl. vágat-vágat, fúróluk-vágat, felszín-vágat stb.) gyakorlatilag elválaszthatatlanok a szeizmikus tomográfiától.

Az utóbbi évtized bányageofizikai gyakorlatában mind külföldön, mind hazánkban egyre nagyobb szerephez jut a szeizmikus tomográfia. Ismeretes, hogy a tomográfia mint módszer olyan mennyiségek területi vagy térbeli eloszlásának meghatározására alkalmas, amelyeknek sík- vagy térgörbén vett vonalintegráljai mérhetők, vagy a mérési adatok alapján meghatározhatók. A szeizmikában leggyakrabban a rugalmas hullám futási idejét különböző sugárutak mentén mérjük és a kapott adatrendszerből a hullám terjedési sebességét határozzuk meg. A két mennyiség között a

$$t = \int_r \frac{ds}{v}$$

összefüggés áll fenn, azaz a terjedési idő a  $\Gamma$  (általában görbült) sugárút mentén, annak minden pontjában érvényes fázissebességről információt hordoz. Ez az információ csak nagyszámú, a vizsgált területet (vagy térfogattartományt) sűrűn és minden lehetséges irányban átszelő sugárutak alkalmazásával olvasható ki. Az erre kidolgozott tomográfiai algoritmusok két részre oszthatók: transzformációs és sorfejtési eljárások. A bányaszeizmikus gyakorlatban a sorfejtési módszerek alkalmazása terjedt el. Az idetartozó módszerek közül a célként konstans függvények szerinti sorfejtésen alapulnak az ART (Algebraic Reconstruction Technique) és a SIRT (Simultaneous Iterative Reconstruction Technique). A Legendre és Csebisev polinomok, ill. hatványfüggvények [16] szerinti sorfejtés alkalmazásával is hatékony algoritmusok dolgozhatók ki.

A tomográfiát az teszi bányabeli vizsgálatokra különösen alkalmassá, hogy két pont (forrás és érzékelő) közötti hullámúton integrált adatokból lokális mennyiséget (az integranduszt) határoz meg. Ezáltal elegendő a méréseket a vizsgált terület határán — bányavágatokban, fúrólukokban — végezni, a tomográfiai rekonstrukció eredményeként mégis a terület belsőjéről kapunk információt. A rekonstruált mennyiségek (fázissebesség, abszorpciós tényező) a tektonikai viszonyokat, a közetnyomás változását, a közet fellazulását stb. tükrözhetik.

A hazai szeizmikus tomográfiai fejlesztések a Mecseki Szénbányák Vállalat Kutatási Központja és az ELGI együttműködésében indultak meg azzal a célkitűzéssel, hogy a széntelep fellazult, ill. ép zónáit elkülönítsék [14]. A kutatásnak a gázkötőréss-veszély elhárításában igen nagy szerep jutott [15]. A további fejlesztések a Mecseki Szénbányáknál kis számítógépes tomográfiai módszerekre irányultak, hogy a rutinszerű mérések gyors kiértékelése lehetővé váljék [16]. A feszültségállapot időbeli változásának követésére eredményesen alkalmaztak sebességtomográfiai módszert a [17] dolgozat szerzői. A telephullám abszorpciós tényezőjének tomográfiai rekonstrukciójával a széntelep fellazult zónáinak kimutatásáról olvashatunk a [18] dolgozatban.

A szeizmikus tomográfia bányabeli alkalmazása terén még további kihasználatlan lehetőségek vannak. Az utóbbi években felszíni szeizmikus kutatásokban jelentős eredményeket mutatott fel a reflexiós tomográfia. Ennek telephullám szeizmikus adaptálása mindenképpen indokolt. Alapos vizsgálatokat igényel a tomográfiai szempontoknak bányabeli körülmények között leginkább megfelelő mérési rendszer kialakítása, ill. annak elemzése, hogy tomográfiaiailag nem optimális mérési elrendezés (a terület nem elég sűrű és nem kellően sokirányú lefedése átvilágítási sugarakkal) esetén milyen torzításokra számíthatunk a rekonstruált eredménytérképen és hogyan lehet e hatásokat korrigálni. Ezek a kutatások a tomográfiai módszer alkalmazásának megbízhatóságát, pontosságát tovább növelik, így a bányaszeizmikus kutatásokat még eredményesebbé teszik.

A szeizmikus módszerek alkalmazását jelentős műszerfejlesztés tette lehetővé. Az ELGI-ben fejlesztették ki az ESS—01—24 hordozható digitális műszert, illetve annak — Európában elsőként létrehozott — sűjtőlégbizváltozatát. Az észleléshez speciális geofonszondák is készültek.

A telepes összlet rugalmassági és abszorpciós viszonyainak meghatározására nagy felbontóképességű *bányabeli vertikális szeizmikus szelvényezést alkalmazhatunk*. A módszer lehetővé teszi a longitudinális és — az általában nem egyszerűen megvalósítható — transzverzális testhullámok intervallum-sebességeinek megmérését, valamint az abszorpciós tényező kiszámítását [19]. A telephatárokat merőleges bányafúrásban végzett méréssel a sebességek,



illetve az abból leszármaztatható Young-modulus és Poisson-hányados a fúrás mentén a szeizmikus frekvenciatarományban megadható [12]. A módszerhez kapcsolódó inverziós algoritmussal a mérési adatokhoz legjobban illeszkedő sebesség—mélység lépcsős függvény adható meg [20].

Az előzőektől teljesen eltérő — „spontán hullámforrások” által keltett rugalmas hullámok (=akusztikus emissziók) megfigyelésén alapuló — módszer a *szeizmoakusztika*. A hullámforrást(okat) a kőzetekben (azok szilárdságát meghaladó feszültségek hatására) létrejövő töréses tönkremenetel következtében felszabaduló rugalmas energia képviseli(k). Az akusztikus emissziós hullámforrások „térbeli tömörödése” és időben „sűrűsödése” veszélyes mértékben felhalmozódott kőzetfeszültség jelenlétére utal. [21]. A módszer alkalmazásának jelentősége a művelési mélységgel nő. E módszernek igen nagy jelentősége van a gázkitörés veszélyét csökkentő provokációs robbantások hatékonyságának ellenőrzésében. A rideg fedőjű telepek omlasztásos művelése során végzett megfigyelésekről is olvashatunk [2]. Az akusztikus emissziók megfigyelésére a Mecseki Szénbányáknál bányabeli megfigyelő hálózatot építettek ki a hozzátartozó sújtólégbiztos elektronikával.

## 2.2 Bányabeli geoelektromos módszerek

A hazai bányabeli kísérletek kezdetéről Szabó J. és Baranyi I. publikációja számol be 1966-ban [22]. Az 1970-es években a bauxitbányászatban a vágat alatti dolomitfekü mélységének meghatározásával kísérleteztek szondázással és potenciálszelvényezés módszerével [23].

1974-ben Csókás J. publikációja egy új bányageofizikai módszer, a *geoelektromos telep-szondázás* első eredményes kísérletéről számol be. A széntelep határain elhelyezett ekvatoriális (függőleges dipólok) elrendezésben végzett szondázással meghatározzák az összlet lát-szólagos ellenállását, amelyet azután összehasonlítanak a zavartalan telepes összletre számított értékkel. A mért és számított adatok eltérése telepzavart jelez [24].

Vágatokkal körülhatárolt telepprészt vertikális dipólelrendezéssel át lehet világítani. A *geoelektromos* telepátvilágítás adataiból rekonstruálni lehet a telep fajlagos ellenállás változásának eloszlását. A geoelektromos tomográfia módszerével a szeizmikus tomográfiai térképekhez hasonló térképek szerkeszthetők [4, 25].

Széntelepes összletben az ágyazó rétegek paramétereinek meghatározására szolgál a *vágatszondázás* módszere. A vágatszondázásokat többféle pl. kételektródás — Schlumberger — axiális dipólelrendezéssel lehet végezni a széntelep fedőjében és feküjében [26, 27]. A több szintben végzett mérések együttes kiértékelésével nagymértékben növelhető a kapott réteg-

paraméterek megbízhatósága. Ezek ismerete sikeres alkalmazás szempontjából ugyanolyan fontos, mint a szeizmikus tomográfiaé.

Széntelepek tektonikai zavarainak meghatározására fúrólukak között az ún. *geoelektromos réteggörbületi* módszerét (GRK), amelyet a Szovjetunióban fejlesztettek ki, adaptálták hazai viszonyokra [28]. Ez olyan mérési módszer, amelynél az egyik áramelektrodát a fúrólukban, a másikat távoli pontban (végtelen) földelik és egy másik fúrólukban vertikális dipólokkal meghatározzák a potenciálkülönbségeket a fúróluk mentén. A méréseket az áramelektroda több helyzetében elvégzik. A potenciáltér rendellenességéből következtetnek a telep zavaraira.

*Fúróluk-bányavágat közötti* széntelepek, vagy nagy fajlagos ellenállású rétegek *átvilágítására* kidolgozott módszer leírása és gyakorlati kipróbálása a [29]-ben olvasható.

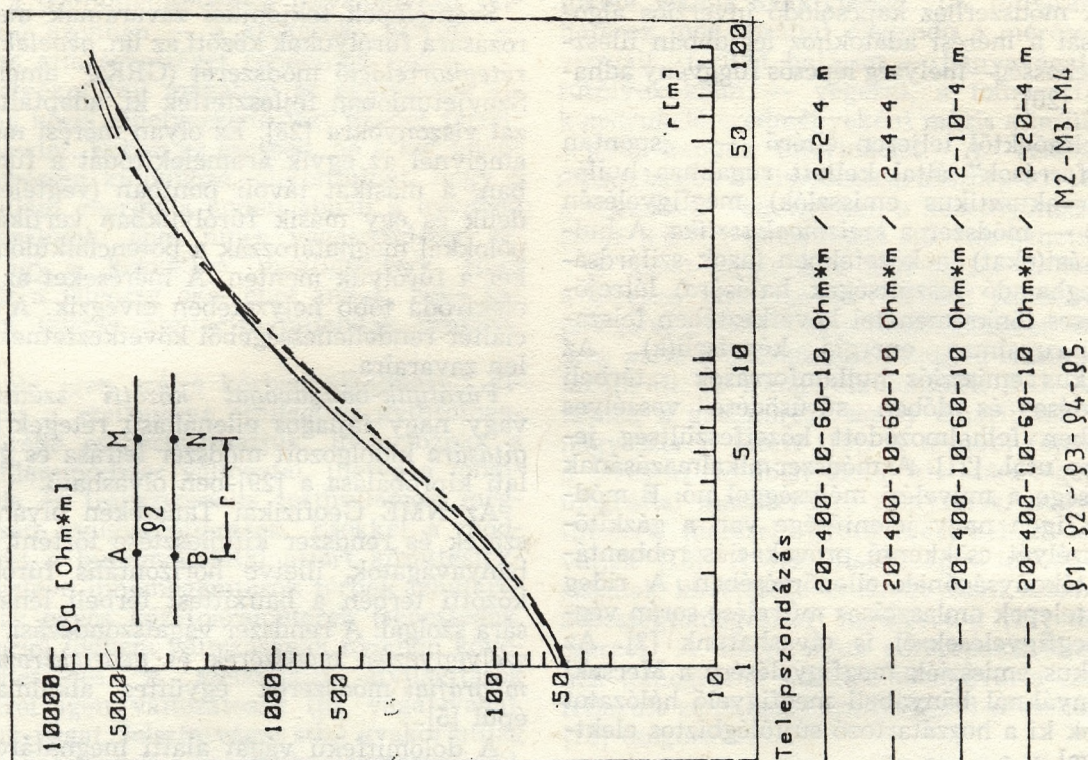
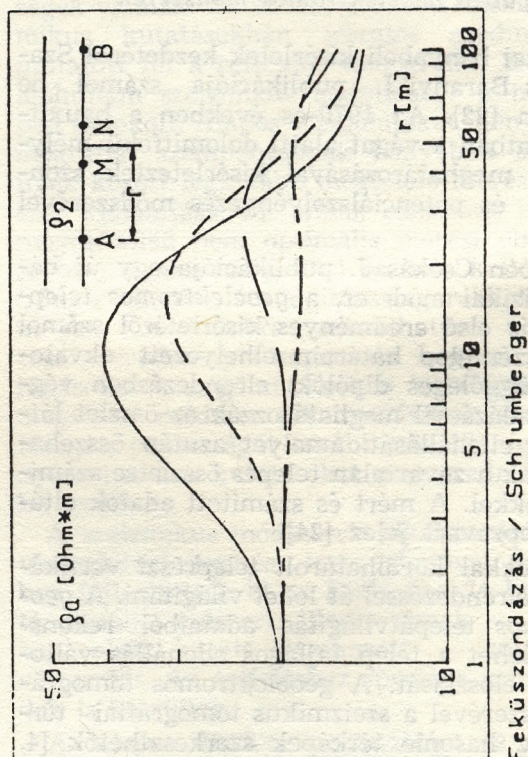
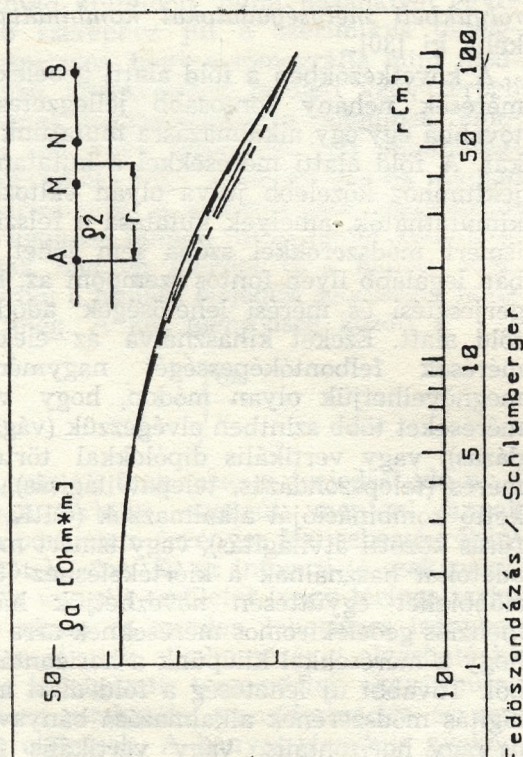
Az NME Geofizikai Tanszékén olyan módszerek és rendszer kifejlesztése történt, amely bányavágatok, illetve horizontális fúrólukak közötti térben a bauxittest térbeli lehatárolására szolgál. A rendszer vágatszondázási, vágatszelvényezési módszerek és *geoelektromos tomográfiai* módszerek együttes alkalmazására épül [5].

A dolomitfekü vágat alatti meghatározására olyan módszert dolgozott ki a MÁELGI, amellyel az *elektromos profil*mérés adatait és a *fúrólukbeli mélység* adatokat kombinálva értékelik ki [30].

A következőkben a föld alatti geoelektromos mérések néhány fontosabb jellegzetességére, továbbá egy-egy alkalmazásra mutatunk példákat. A föld alatti mérésekkel a kutatandó objektumhoz közelebb jutva olyan változások is kimutathatók, amelyek kutatása a felszínről az ismert módszerekkel szóba sem jöhet. Azonban legalább ilyen fontos szempont az, hogy új gerjesztési és mérési lehetőségek adódnak a föld alatt. Ezeket kihasználva az elektromos mérések felbontóképességét nagymértékben megnövelhetjük olyan módon, hogy vagy a méréseket több szintben elvégezzük (vágatszondázás), vagy vertikális dipólokkal történik a mérés (telepszondázás, telepátvilágítás), vagy a kettő kombinációját alkalmazzuk (GRK, vágatfúrás közötti átvilágítás), vagy ismert mélység adatokat használnak a kiértékeléshez [30]. Az előbbieket együttesen nevezhetjük háromdimenziós geoelektromos méréseknek arra utalva, hogy a mérésekkel kilépünk a horizontális síkból. További új lehetőség a föld alatt az átvilágítás módszerének alkalmazása bányavágatok és vagy horizontális, vagy vertikális fúrások között.

A felsorolt bányageofizikai, föld alatti módszerek alapján látható, hogy egyik esetben sem csupán a felszíni módszerek bányabeli alkalmazásáról van szó. Még a csak egy szintben végzett vágatszondázások kiértékeléséhez is új egyenletek meghatározására volt szükség. Speciális bányabeli módszereket kellett kifejleszteni és kell még továbbfejleszteni, amelyekhez



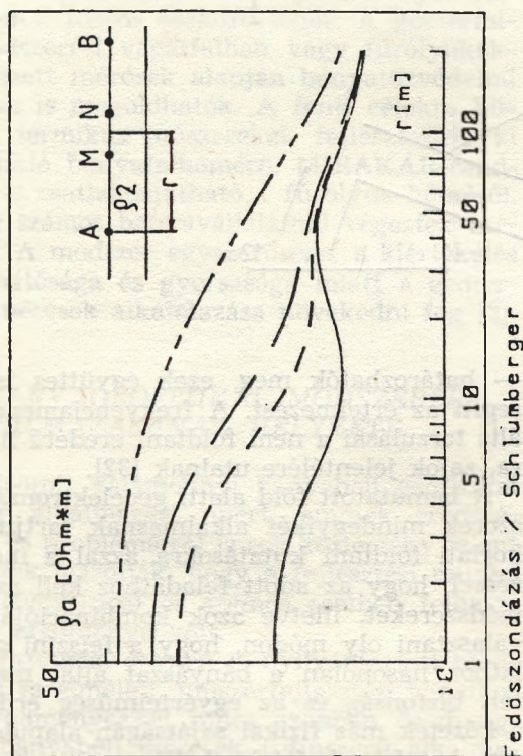


nem nélkülözhetők a kísérleti mérések és azok tapasztalatai. Az egyes módszerek kiválasztásához, a mérések megtervezéséhez segítenek az ún. érzékenység-vizsgálatok [31].

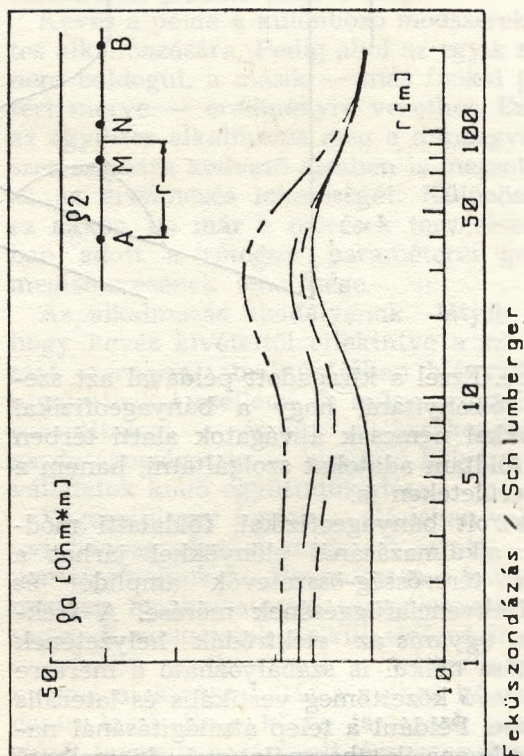
Nézzük a 2. és 3. ábrát annak bemutatására, hogyan jelentkezik a széntelep  $\rho_2$  fajlagos ellen-

állású és az ágyazó összletben lévő  $\rho_4$  fajlagos ellenállású rétegtávolság megváltozásának hatása egy ötréteges modellnél, ha a második rétegben (széntelep) illetve annak határain végezzük a méréseket. A  $\rho_2$  meghatározása telepminőség-változás, elmeddülés, tektonika, M<sub>2</sub>





Fedőszondázás / Schlumberger

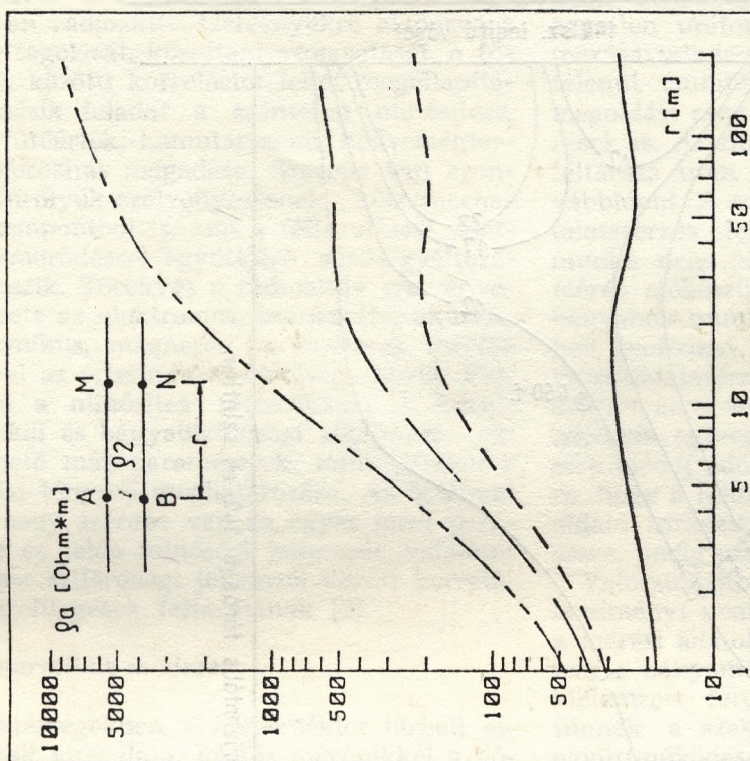


Fekűszondázás / Schlumberger

változása pedig a védőréteg szempontjából lehet érdekes. A széntelep fajlagos ellenállásának növekedése nagy terítési távolságoknál ( $r=100$  m) igazán csak a telepszondázásnál jelentkezik, a védőréteg-vastagságra pedig a fekűszondázás érzékeny. A különböző mérések tehát más-más

rétegparaméterre érzékenyek, jól kiegészítik egymást az összes rétegparaméter megbízható meghatározásához [20].

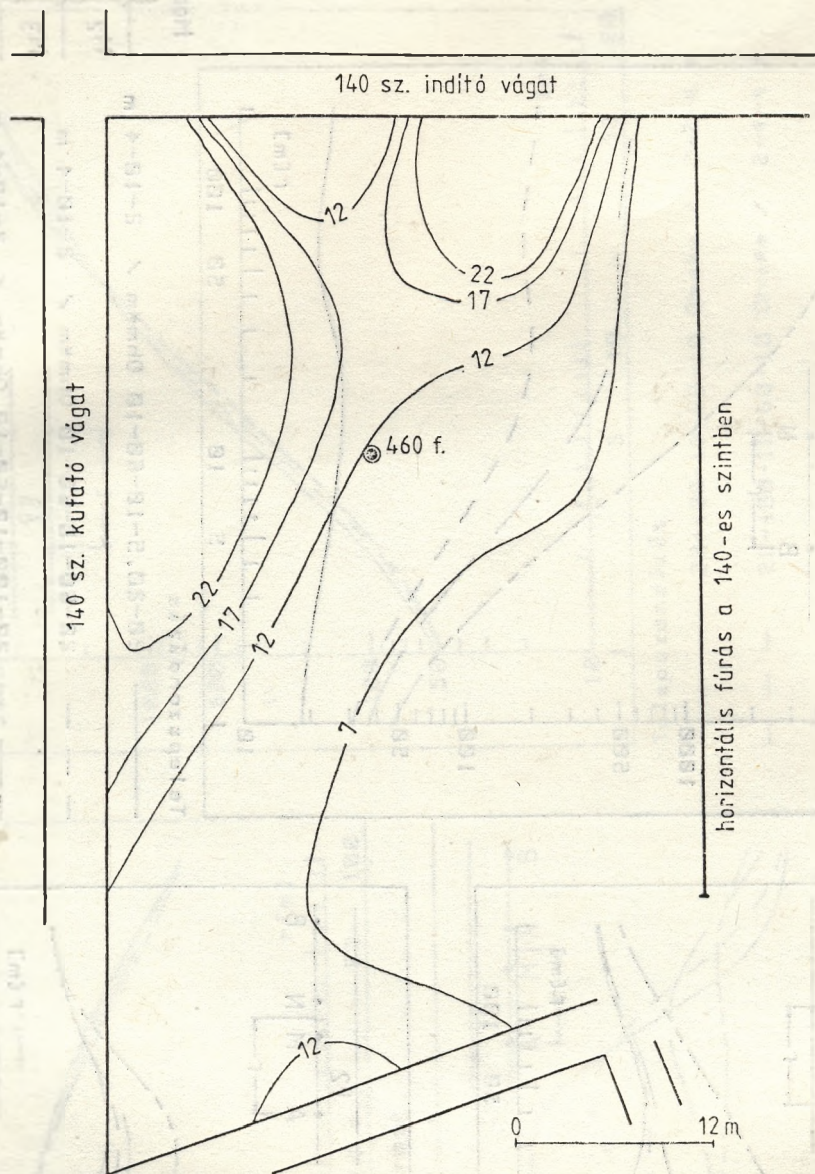
A 4. ábrán egyenáramú átvilágítások tomográfiai eredményterképéből számított, a vágatok szintje alatti dolomitfekű mélységterképet mu-



Telepszondázás

Modell	ρ1	ρ2	ρ3	ρ4	ρ5
M2	20-20.5-10-60-10 Ohm*m	2-10-4 m			
M3	20-60-10-60-10 Ohm*m	2-10-4 m			
M4	20-100-10-60-10 Ohm*m	2-10-4 m			
	20-400-10-60-10 Ohm*m	2-10-4 m			
	ρ1 - ρ2 - ρ3 - ρ4 - ρ5	M2-M3-M4			





tatunk be. Ezzel a kiragadott példával azt szeretnénk bizonyítani, hogy a bányageofizikai kutatásokkal nemcsak a vágatok alatti térben tudunk földtani adatokat szolgáltatni, hanem a köztes területeken is.

A felsorolt bányageofizikai, földalatti módszer alkalmazásánál előnyökkel járhat a különböző térerősség-összetevők amplitúdói és fázisai frekvenciafüggésének mérése. A frekvenciával ugyanis az elektródák helyzetének változtatása nélkül is szabályozható a mérésre hatással levő köztömeg vertikális és laterális kiterjedése. Például a telep átvilágításánál nagyobb frekvenciák használatával kiemelhető az adó és a vevő által közrefogott teleprész szerepe és csökkennek az oldalhatások is. Továbbá, mivel egy felállással több frekvencián a földtani információ szempontjából eltérő sajátosságú többféle paraméter — a mágneses, elektromos térerősségek amplitúdói és fázisai

— határozhatók meg, ezek együttes ismerete segíti az értelmezést. A frekvenciamenet irrális torzulásai a nem földtani eredetű hatásokra, zajok jelentélmére utalnak [32].

A bemutatott föld alatti geoelektromos módszerek mindegyikét alkalmasnak tartjuk gyakorlati földtani kutatásokra azzal a megjegyzéssel, hogy az adott feladathoz kell az egyes módszereket, illetve azok kombinációját megválasztani oly módon, hogy a felszíni gyakorlathoz hasonlóan a bányászat által megkövetelt biztonság és az egyértelműség érdekében a kőzetek más fizikai sajátosságán alapuló módszereket is számításba kell venni.

A bányabeli geoelektromos mérésekhez a NME Geofizikai Tanszéken speciális 2 Hz-en működő műszercsalád készült az átvilágításos mérésekhez szükséges kábel- és elektródarendszerekkel, továbbá adó- és vevőegységek a váltóáramú frekvenciaszondázáshoz.



### 2.3. A bányabeli fúrások szelvényezése

A bányabeli fúrások szelvényezésének fejlesztésére jelentős hatású volt a BKI MIRAKAR és MINIKAR műszer-sorozatának elkészítése, amivel a bányavállalatok rendelkeznek. Elsősorban radioaktív szelvényekre alapozva a rétegsor tagolását, közettani azonosítását, a fúrólukuk közötti korrelációt lehet megállapítani. A másik feladat a széntelep minősítése, mint a fűtőérték, hamutartalom, nedvességtartalom, porozitás megadása. Szerepe van azonban a fúróluk-szelvényezésnek kőzetmechanikai szempontból is, ami a fellazulással, esetleges tömörődéssel együttjáró sűrűségváltozáson alapszik. Törekvés a radioaktív szelvényezés mellett az elektromos, indukációs, akusztikus, termikus, mágneses paraméterek mérése is, amivel az értelmezés lehetősége bővül. Fejleszthető a minősítés metodikája, a kőzetmechanikai és bányabiztonsági alkalmazás, célul tűzhető más paraméterek, mint például a szivárgási tényező meghatározása. Az értelmezésben nagy szerepe van az egyes mért paraméterek és telep minőségi jellemzői, valamint a rétegsor szilárdsági jellemzői között korrelációs összefüggések feltárásának [2].

### 2.4 Geotermikus módszer

Bányatérsegekben a hőmérséklet térbeli eloszlásának vizsgálata, lokális mérésekkel a hőmérséklet időbeli változásának követése a tektonikai, vízvédelmi és fellazulási viszonyok felderítésének fontos eszköze lehet. A geotermikus módszerrel vágatfalban vagy fúrólukukban végzett mérések alapján bányatűzvédelmi feladatok is megoldhatók. A fenti célokra különböző termikus műszereket fejlesztettek ki (hordozható bányafalhőmérő, MIRAKAR-rendszerhez csatlakoztatható fúróluk-hőmérő). Ezekkel számos bányavállalatnál végeztek méréseket. A módszer egyszerűsége, a kiértékelés megbízhatósága és gyorsasága miatt a geotermikus mérések alkalmazása növekedni fog [2].

## 3. A BANYAGEOFIZIKAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSÁNAK HELYZETE

A felsorolt valamennyi bányabeli geofizikai módszer alkalmazást nyert, aminek eredményeiről és problémáiról is sok közlemény jelent meg. Ezek igazolják, hogy a fejlesztési munka helyes célkitűzésű és számos esetben felhasználható eredményű volt.

A nemzetközi szinten is nyilvántartott módszertani és elméleti, műszerfejlesztési vonatkozású eredményekkel nincs azonban összhangban a bányabeli mérések rutinszerű alkalmazása, elterjedése, aminek okát a következőkben látjuk.

Említettük, hogy egy-egy módszer eredményessége függvénye a rétegsor paramétereinek. A telephullámok kedvező sajátságú kialakulásának, a jól érzékelhető reflexió, refrakció

megtörténtének, a széntelepnek az elektromágneses térre kifejtett kellő hatásának stb. megvannak a közettani, közetfizikai, földtani feltételei. Ezek az egyik előfordulásnál, vagy annak egyes területein teljesülnek, míg másutt nem. Tehát egyáltalán nem biztosított, hogy egyetlen uniformizált mérési metodika alkalmazása mindenütt célra vezető. Így a kétségtelenül mutatós eredmények mellett voltak megoldást nem adó és tévesen értelmezett mérések is. Azonban a negatívum is utal az okok feltárása után arra, hogy hogyan kellene továbblépni. A sorozatos egymásra épülő tapasztalatszerzés lehetőségét semmilyen fejlesztő munka nem nélkülözheti. Sajnos a geofizikai mérés előkészületekkel és esetleg a feszített bányabeli munka zavarásával is jár. A bányabeli geofizikai kutatás nehézségi fokának és a tapasztalatszerzés jelentőségének alábecsülése azután arra vezetett, hogy egyre nehezebben adódnak egy-egy terület teljesebb megismerésére módot adó alkalmak. Gondolni kellene arra, hogy a földtani ismeretek is aprólékos, sokoldalú ismételt „tapasztalatszerzéssel” álltak össze, pedig ott a kőzet hozzáférhető.

Valószínűsíthető az is, hogy a legtöbb, a várt eredményt nem hozó esetben nem történt meg a mérési adatok revíziója, a sikertelenség okának a bányamérnök, geológus, geofizikus által kielemezett feltárása. Túlzottan elkülönülnek tűnnek a szakmai feladatok. Pedig ez az együttműködésen alapuló visszacsatolás nélkülözhetetlen. A szénhidrogén-kutatásban messzeemenően jobban valósul meg.

Kevés a példa a különböző módszerek együttes alkalmazására. Pedig ahol az egyik módszer nem boldogul, a másik — más fizikai paramétert mérve — eredményre vezethet. Ezenkívül az együttes alkalmazás még a mindegyik módszer számára kedvező esetben is megsokszorozza az értelmezés lehetőségét. Különösen igaz ez akkor, ha már a mérések tervezése fázisában adott a rétegsor paraméterei geofizikai megismerésének lehetősége.

Az alkalmazás akadályának látjuk azt is, hogy kevés kivételtől eltekintve a szénbányászat szervezeti struktúrájában hiányzik a bányageofizikai szellemi és műszerezettségi koncentrátságot — és így a hatékonyságot és gazdaságosságot is — biztosító helye, a bányavállalatok kellő együttműködése.

Végezetül egy fontos — általában valamennyi bányageofizikai módszert érintő — szempontot emelünk ki. Nevezetesen a kapott eredmények megbízhatósági vizsgálatának fontosságát. E vizsgálatok nélkül előfordulhat, hogy szélsőséges esetben zajt „értelmezünk”, ha a megmérni kívánt hatás a zajhoz képest túlságosan kicsi. Ezen körbe tartoznak például az előző fejezetben tárgyalt érzékenységvizsgálatok is.

A számítógépes inverziós algoritmusokba beépíthetők olyan eljárások, amelyek az információelméleten, illetve a matematikai-statisztikán alapulnak. Ezen eljárások során az eredményül kapott rétegsorparaméterek (pl. hullám-



sebességek, fajlagos ellenállások, vastagságok) mellett azok hibájára is kapunk kvantitatív adatokat [20]. Az egyes rétegeparaméterek egymással való kapcsolatát a paraméterek közötti korelációval jellemezhetjük [20]. Elvben minden bányageofizikai módszer a fentiek szerint adott földtani szituációra „tesztelhető”, a teszt alapján megtalálhatók (ha vannak) azok a mérési paraméterek (pl. elektródatávolság, szeizmikus offset stb.), amelyek mellett a módszer megbízhatósága csökken. Ha különböző közetfizikai paraméterekre épülő módszereknek más-hol (pl. más vonatkoztatási mélységben) vannak a „gyenge pontjai” a módszerek szimultán értelmezésével (inverziójával) a módszerek „egymáson segítenek” és kölcsönösen javul a megbízhatóságuk [20].

A bányageofizika helyzetét összefoglalóan megítélve úgy látjuk, hogy a vele foglalkozó kutatóhelyek a módszerek és műszerek fejlesztésében — a fejlesztés költségei biztosításának ütemét és összegét is tekintve — kiemelkedő eredményt értek el. A bányageofizika tehát rendelkezik alkalmazható módszerekkel és műszerekkel. Az egyes módszerek bemutatásánál említett továbblépési javaslatok finomító jellegűek. A bányageofizika jövője az eddigi eredmények felhasználásától függ és ebben gondolni kell mindegyik módszerre. Az alkalmazás vonatkozásában pedig a tanulmány befejező részében kifejtett néhány megjegyzésre hívjuk fel bányamérnök és geológus kollégáink figyelmét.

#### IRODALOM

- [1] Pekár D.: Föld alatti üregek kimutatása Eötvös torziós ingájával. Matematikai és Természettudományi Értesítő, 53. 1935.
- [2] Geofizikai módszerek alkalmazása a bányászatban I—II. NIMDOK. Bányaiipari szakirodalmi tájékoztató. 3—4, 5—6. sz. 1980.
- [3] Bodoky T., Csókás J., Gerber P., Gondozó Gy., Guttman Gy., Szabó J.: A bányageofizika eredményei és feladatai a hazai eocén szénbányászatban. Bányageofizikai ankét. Tatabánya. 1987.
- [4] Csókás J., Dobróka M., Gondozó Gy., Gyulai Á., Ormos T.: Bányageofizikai módszerek a korszerű termelés és bányabiztonság szolgálatában az Oroszlányi Szénbányánál. Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat, 120. évf. 1. sz. 25—36. 1987.
- [5] Dobróka M., Gyulai Á., Ormos T., Takács E.: Bányageofizikai módszer és rendszer kifejlesztése bányavágatokból, illetve egyéb módon a bauxittest térbeli lehatárolására. Kutatási részjelentés I., II. NME Geofizikai Tanszék. 1987, 1988.
- [6] Csókás J.: Vetőkimutatás szénbányák vágataiban. geofizikai módszerekkel. Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat, 109. évf. 314—319. 1976.
- [7] Bodoky T., Lajgut J., Sedy L., Szeidovits Gy.-né: Andezittörések előrejelzése bányabeli szeizmikus mérésekkel. Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat, 109. évf. pp. 671. 1976.
- [8] Bodoky T., Cziller E., Ormos T., Szabó I.: Simple modelling of seam waves. 26. Nemzetközi Geofizikai Szimpózium, Lipcse 1981.
- [9] Dobróka M., Ormos T.: Absorption-dispersion relations for Love channel waves. Geophysical Transactions, 29. pp. 117—127. 1983.
- [10] Dobróka M.: Love-típusú telephullámok elmozdulásfüggvényei és abszorpciós-diszperziós tulajdonságai I., II., III. Magyar Geofizika, 18. pp. 20—33., 121—139. 1987. Magyar Geofizika, 29. pp. 1—12. 1988.
- [11] Bodoky T., Hermann L., Dianiska L., Törös E.: Szeizmikus csatornahullámok alkalmazása a szénbányászatban I. Magyar Geofizika, 27. pp. 157—181. 1986.
- [12] Bodoky T., Cziller E., Táborszki Gy., Törös E.: Szeizmikus csatornahullámok alkalmazása a szénbányászatban II., Magyar Geofizika, 27. pp. 197—215. 1986.
- [13] Breitzke M., Dresen L., Csókás J., Gyulai Á., Ormos T.: Parameter estimation and fault detection by three component seismic and geoelectric surveys in coal mine. Geophysical Prospecting, 35. pp. 832—863. 1987.
- [14] Hermann L., Dianiska L., Verbőczy J.: Curved ray algebraic reconstruction technique applied in mining geophysics. Geophys. Trans. 28, 1. pp. 33—47. 1982.
- [15] Asszonyi Cs., Bánhegyi M., Kiss Cs., Nyers J., Pálos M., Szabó I., Szirtes L., Szirtes L., Várfalvi L.: Eljárás adott földtani rendszer bányászati tevékenység folytán bekövetkező vagy bekövetkező állapotváltozások kívánt befolyásolására. Lsz: 129 938. Szabadalom: 1981. 01. 01.
- [16] Bakai J.: A közetösszetétel szeizmikus sebességének meghatározása bányabeli mérések alapján. Magyar Geofizika, XXIII. 4. pp. 147—151. 1982.
- [17] Körmendi A., Bodoky T., Herman L., Dianiska L. and Kálmán T.: Seismic measurements for safety in mines. Geophysical Prospecting, 34. pp. 1022—1037. 1986.
- [18] Dobróka M., Gácsné Gacsályi M.: Abszorpciós tomográfia alkalmazása a széntelep feszültséggel terhelt és fellazult zónáinak in-situ kimutatására. Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat, 120. évf. 2. sz. 108—110. 1987.
- [19] Ormos T.: In-Mine Vertical Seismic Profiling. Geophysical Transactions, 3—4. pp. 237—246. 1988.
- [20] Dresen L., Csókás J., Dobróka M., Gyulai Á., Ormos T.: On the influence of model- and measurement errors in the inversion of the in mine measured geoelectric and seismic data. 34. Nemzetközi Geofizikai szimpózium, Budapest, 1989. szeptember 4—8.
- [21] Szűcs I., Várfalvi L.: Szeizmoakusztikus emissziók megfigyelésén alapuló módszerek eredményei a bányabiztonságot szolgáló védekezési mechanizmusok kutatásában. Bányabiztonsági Konferencia, Pécs. 1987. szeptember 23—24.
- [22] Szabó J., Baranyi I.: Az egyenáramú és alacsonyfrekvenciás váltakozó áramú kutatási módszerek föld alatti alkalmazhatóságáról. Bányászati Lapok, 2. sz. pp. 108—112. 1966.
- [23] Szabó J., Nyerges L., Kakas K.: Bányavágatok alatti bauxitfűkés kimutatása geoelektromos mérésekkel. Magyar Geofizika, XVI. évf. 3. sz. pp. 81—86.
- [24] Csókás J.: Detection of tectonic disturbances associated with a coal bed by geoelectrical measurements in drifts. Acta Geodaet., Geophys. et Montanist. Acad. Sci. Hung. Tomus 9 (1—2) pp. 111—119. 1974.
- [25] Csókás J., Dobróka M., Gyulai Á.: Geoelectric determination of quality changes and tectonic disturbances in coal deposits. Geophysical Prospecting 34, pp. 1067—1081. 1986.
- [26] Gyulai Á.: Széntelepek összetételében végzett vágtazondázások kiértékelése. Magyar Geofizika, XX. évf. 4. sz. pp. 142—148. 1979.
- [27] Gyulai Á.: Three-dimensional geoelectric measurements in mines for the determination of the protective layer. Annales, Universitatis Scientiarum Budapestiensis de Rollando Eötvös Nominatae, Sectio Geophysica et Meteorologica. Tomus I—II. pp. 167—181. 1985.
- [28] Király E., Szigeti G.: Bonyolult tektonikájú szilárd ásványi nyersanyag-telepek kutatásának új módszere. MÁELGI 1985. évi jelentése, pp. 86—92.
- [29] Dobróka M., Gyulai Á., Takács E.: Matematikai-fizikai modell kidolgozása a széntelepek térbeli



helyzetének meghatározásához. Kutatási jelentés, NME Geofizikai Tanszék, 1987.

- [30] Bárdos M., Erdélyi T., Mérsei K., Simon A.: Combination of in mine geoelectrical profiling and drilling for determination of the bauxite bottom morphology. 34. Nemzetközi Geofizikai Szimpózium, Budapest, 1989. szeptember 4—8.
- [31] Gyulai A.: Parameter sensitivity of underground DC measurements. Geophysical Transactions 1989 vol. 35. No. 3.
- [32] Takács E.: Features of the electromagnetic field in coal measures and their possible use in mine surveys. 34. Nemzetközi Geofizikai Szimpózium. Abstracts and papers of the technical program II. pp. 681—691.

Dobróka, Mihály—Gyulai, Ákos—Ormos, Tamás—Takács, Ernő:

*The situation of geophysical measurements carried out Hungarian coal and bauxite mines*

After a short surveying of the prospectings and exploration places of the coal and bauxite mining, the publication summarizes the requirements and tasks which stimulated the research geophysicians to develop new special underground methods and instruments. It describes the essential elements of

the developed seismic and geoelectric methods and the conditions of their application. It deals in detail with the logging of drillings carried out in mines and with the possibilities of the geothermic method. It analyses the situation of the mine geophysics in Hungary and makes proposals for the intensification of the explorations and for the extension of their application.

Михай Доброка—Акош Дьюлай—  
Тамаш Ормош—Эрнэ Такас

*Состояние подземных геофизических измерений на угольных шахтах и бокситовых рудниках Венгрии*

В статье после краткого обзора месторождений и проведенных работ, разумеются те пожелания, вернее задачи, которые стоят перед геофизиками по развитию и совершенствованию методики и аппаратуры новой специальной отрасли подземной геофизики. Рассматриваются существенные элементы и предпосылки применения разработанных подземных сейсмических и геоэлектрических методов. Статья знакомит с каротажом подземных скважин, далее с возможностями геотермического метода. Проводится анализ состояния отечественных подземных геофизических работ и даются предложения по интенсификации разведочных работ этими методами и расширению круга их применения.



# Külföldi hírek

## Adatok az USA energiaiparáról az 1985–1989. évi időszakra

a) Energiahordozók termelése és primer villamos energia előállítása

	1985	1986	1987	1988 <sup>1</sup>	1989 <sup>2</sup>
Kőolaj, Mrd barell <sup>3</sup>	3274	3168	3047	3014	2919
Földgáz, Mrd m <sup>3</sup> <sup>4</sup>	464	453	463	478	486
Cseppfolyós gáz, M barell <sup>5</sup>	587	566	582	584	592
Szén, M tonna	802	808	832	842	848
Vízerőművi villamos energia, Mrd kW.h	281	291	250	230	288
Atomerőművi villamos energia Mrd kW.h	384	414	455	509	522
Az elsődleges villamos energia egyéb fajtái, Mrd kW.h	11	12	12		

Becslés: <sup>1</sup>Előrejelzés; <sup>2</sup>Gázkonkondenzátummal együtt; <sup>3</sup>Szártított gáz; <sup>4</sup>A kőolajfinomítók termelése.

b) Az energiahordozók mérlege. M tonna egyezményes fűtőanyag

	I	II	III	IV	V
1985	2332	2662	436	152	284
1986	2312	2673	519	146	373
1987	2326	2745	567	139	428
1988 <sup>1</sup>	2362	2864	611	139	472
1989 <sup>2</sup>	2387	2914	649	138	511

<sup>1</sup>Becslés; <sup>2</sup>Előrejelzés, I Termelés; II Fogyasztás; III Import; IV Export; V Nettó import.

c) Az energiahordozók fogyasztásának megoszlása

	Cseppfolyós fűtőanyag M barrel	Földgáz Mrd m <sup>3</sup>	Szén M tonna	Atom-energia Mrd kW.h
1985	5741	489	742	384
1986	5942	459	730	414
1987	6085	472	759	455
1988 <sup>1</sup>	6215	517	784	509
1989 <sup>2</sup>	6274	521	790	521

<sup>1</sup>Becslés; <sup>2</sup>Előrejelzés.

d) Energiahordozó-import

	Kőolaj Milliő barrel	Olajtermék	Földgáz Mrd m <sup>3</sup>
1985	1168	683	27
1986	1526	748	22
1987	1705	730	29
1988 <sup>1</sup>	1874	725	37
1989 <sup>2</sup>	2026	734	39

<sup>1</sup>Becslés; <sup>2</sup>Előrejelzés.

e) A kőolaj és a földgáz ára, franko kút

	Kőolaj \$/barrel	Földgáz <sup>1</sup> \$/E köbláb
1984	25,88	2,66
1985	24,09	2,51
1986	12,51	1,94
1987	15,41	1,71
1988 <sup>2</sup>	13,60	1,77

<sup>1</sup>Nedves gáz; <sup>2</sup>Becslés; <sup>3</sup>Előrejelzés.

f) Biztos szénhidrogénkészletek a tárgyév végén

	I M tonna	II Mrd köbméter	III
1978	4233	5890	1,08
1985	3828	5476	1,26
1986	3626	5425	1,30
1987 <sup>1</sup>	3680	5301	1,29

<sup>1</sup>Becslés; Kőolaj; II Földgáz; III Cseppfolyós földgáztermékek. B. Inostr. Kommercs. Inf. 1989. 49. sz.

## Nagy mélységekből hidrogén kitermelését remélik

Szovjet kutatógeológusok elmélete szerint a földkéreg nagyobb mélységeiben olyan nagy mennyiségű tiszta hidrogén halmozódott fel, mely nagy mélységű, 8000 méterig hatoló fúrásokkal gazdaságosan kitermelhető. A feltevés kutatással való megerősítésére a Bajkál-tótól nyugatra és Irkutszktól DNY-ra mintegy 500 M Rbl költségelőirányzattal mélyítik le az első hidrogénkutató fúrást egy 15 000 m mélységig alkalmazható Uralmas BU—15 000 típusú berendezéssel. Az első fúrás becsült talpmélysége 6000—8000 m.

Sz. K.

Erdöl und Kohle. Erdgas, Petrochemie. Hydrocarbon Technology, 1989. máj.

## Hazai hírek

### Tanácskozás a parányöslénytanról

A mikropaleontológia (parányöslénytan) a földtörténeti múlt mikroszkopikus méretű szervezeteivel, ezek háztöredékeivel foglalkozó tudomány. Művelése több mint 150 éve folyik. A paleontológián belüli elkülönülése a század huszas éveinek elejére tehető. Felfelé ivelése az ötvenes évekig közepes tempójú volt, majd hirtelen felgyorsult. Ennek legfőbb oka az elsősorban mikropaleontológiai vizsgálatokra támaszkodó kőolajkutatás mértékének hirtelen megnövekedése. Fellendülését a vizsgálatok új technikai lehetőségei, elsősorban a több tízezerszeres nagyítást lehetővé tevő elektronmikroszkóp (főképpen ennek pásztázó típusa) is nagyban segítették. Új kutatási módszerek alkalmazása (fejlődési sorok felállítása, ökoszisztéma elemzés, héjszerkezeti vizsgálatok, statisztikai számítások stb.) szintén hozzájárult ahhoz, hogy a mikropaleontológia a paleontológia legprogresszívabb ágának tekinthető.

A magyar mikropaleontológiának is nagy hagyományai és világszerte elismert eredményei vannak. Közülük a legjelentősebbek Hantken Miksa (1821—1893), Franzenau Agoston (1856—1919), Rozlozsnik Pál (1880—1940) és Majzon László (1904—1973) nevéhez fűződnek. Hantken a Nummulitisek dimorfizmusát (kétalakúságát) ismerte fel, Franzenau a magyarországi miocén foraminifera-rétegtant alapozta meg, Rozlozsnik Nummulites-tanulmányaival lett világhírű, Majzon új fájával, a Triasina Hantkeninával az alpi felső triász rétegek finomabb tagolását tette lehetővé.

A közelmúlt fejlődése is jelentős. Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt keretében működő laboratóriumok mellék felzárkóztak a különböző intézeti, egyetemi és múzeumi kutatóhelyek. Az utóbbi két évtizedben a hagyományos mikropaleontológiai kutatási területek (foraminifera, ostrakoda, kovaalga) mellett újak nyíltak (planktonszervezetek: foraminifera, mész- és szervesvázú törpeplankton, radiolária, konodont, spórapollen). Minden területen értékes, sok esetben nemzetközileg is számottevő eredmények születtek és születnek. Ennek tudható be, hogy a magyar mikropaleontológusok nyerték el a XXI. európai mikropaleontológiai kollokvium rendezési jogát, melyre 1989. szeptember 4—13. között került sor az Északi-Középhegységben és a Dunántúli-Középhegységben.

Ez a rendezvény a világon az egyik legrangosabb, ahol kerekén 20 európai ország mintegy 80 kiváló mikropaleontológusa, geológusa vett részt. Nyolc napon át Magyarország 36 legérdekesebb, parányi ősmaradványokban leggazdagabb földtani lelőhelyét keresték fel a résztvevők, ahol beszélgetések és kollokvium formájában vitatták meg közös szakmai problémáikat. A tanácskozást a Magyarhoni Földtani Társulat rendezte.

K. L.



# Az érc- és ásványbányászati nyersanyagok ásványvagyongazdálkodásának korszerűsítési törekvései

A magyarországi érc- és ásványbányák 27-féle nyersanyag kutatását, termelését biztosítják. A nyersanyagok részben hasznosítható anyagi tulajdonságai, részben teleptani jellegük alapján csoportosíthatók. A nyersanyagkutatás és az ásványvagyongazdálkodás korszerűsítésének alapja a helyes teleptani modellek ismerete. A legfontosabb nyersanyagok esetében a nyersanyagtest morfológiája, anyagi összetétele és genetikai jellege a meghatározó. A *magmás* testek típusai a liquid magmás wehrli, a kisintrúziós porfirok rézérc és kálitrachit. A *vulkáni* kőzettestekhez kapcsolódnak a perlit extrúziós dómjai, a vulkáni tufalepek zeolitos nyersanyagai és pumicitjei, a vulkáni kúrtók, kalderák stockwerkes impregnációs kovász-szulfidos telepei, valamint a hólyagos-salakos szövétű egykori lávaár kőzetek. A *hidrotermális* telepek nemesfém és polimetallikus telérei, kűrtőbreccsái, ércoszlopai, valamint a tölcser alakú elváltozási zónák agyagásvány telepei és a kontakt metasomatikus szkaros átalakulások külön teleptípusokat képeznek. A *vulkáni-üledékes* telepek részben réteggövető, részben utóvulkáni-limnikus epitermális telepei dobostorta-kiékelődő lencseformákat mutatnak. A *szárazföldi mállási* telepek részben karsztos töbrök, részben rétegszerű lencsék vagy kanyonszerű völgykitöltések, valamint lencsés deltaüledékek formájában kaolinittes-illites összetételűek. A *tengeri* üledékek síkparti laguna strand homokjai, a biogén karbonátos zátonyképződmények, a sekélyvízi evaporitok, neritikus karbonátos (mész-*kő*, dolomit) kőzetek és mélyvízi agyag-mangánérces táblás telepeket alkotnak. A *metamorf* telepek részben bázisos intrúzió és üledék kontaktuson létrejött talk serpentin, részben eltérő összetételű üledékkontaktuson metamorf hatásra létrejött leokofillit telepeket alkotnak.

A sokféle nyersanyag kutatásánál a nyersanyag földtani térképezés, a földtani-geofizikai távérzékelés, a felszíni és bányabeli geofizikai-geokémiai vizsgálatok, valamint a fúrások kutatások és a bányaföldtani felmérések módszereit alkalmazzuk. Az így nyert adatokat számítógépes feldolgozás segítségével egységes ásványvagyongazdálkodási rendszerben értékeljük.

A hazai érc- és ásványbányászat négy évtizeddel ezelőtt egy viszonylag nagy kutatási és bányászati hagyományokkal rendelkező szervezett nagyüzemi ércbányákból (Rudabánya, Recsk), valamint a számtalan kisüzemi szinten dolgozó ásványbányákból jött létre. Ez az eltérő ipartörténeti múlt az ásványvagyongazdálkodás kutatási és bányászati szemléletmódjában mindvégig megmutatkozott. A földtani-teleptani viszonyok a mintegy 27-féle nyersanyag esetében minden tekintetben (anyagi tulajdonságok, alaki jelleg és telepképződés) igen változatosak. Ugyanakkor a természeti paraméterek tekintetében az ércbányászati nyersanyagok döntően abban különböznek az ásványbányásztól, hogy azok hasznos alkotói a fémek, dúsítással, előkészítéssel kinyerhetők. A fémek értéke a mindenkoros világpiaci árak alapján

nagy biztonsággal meghatározható. Ezért az ércbányászati nyersanyagok, „műrevalósági minősítése” a hasznos alkotóelemek tartalma és mindenkoros értéke alapján számítható.

Az ásványbányászati nyersanyagok többségében a hasznos alkotók mennyisége közvetlenül nem határozza meg annak felhasználhatóságát és piaci értékét. Ugyanis ezek a tulajdonságok (főleg a fizikai paraméterek) nem additívek, ezért több változó együttes hatásaitól függenek (pl. ásványtani rácsszerkezeti tulajdonságok). Erre példaként említjük, hogy a rátkai bentonit 40% átlagos montmorillonit tartalommal mélyfúrási célra alkalmas, míg az istenmezejei bentonit 65–70% montmorillonit-tartalma ellenére nem. Mindkét lelőhely bentonitja alkalmas öntődei formázóanyag-gyártásra, de egymást nem helyettesíthetik, mert az egyik, főleg száraz, a másik nedves formázóanyagként hasznosítható. Ez az oka annak, hogy az ásványbányászati nyersanyagokra a „műrevalósági minősítés” eddig alkalmazott módszertana nem került alkalmazásra.

Mindezek mellett az elmúlt 40 évben az ásványbányászat nyersanyagainak felhasználása hazánkban, de világszerte is megnőtt (ipari ásványok, nem fémek ásványok). Gyakorlatilag olyan iparág fejlődött ki, mely egy-egy nyersanyagból eltérő előkészítési, dúsítási technológiával igen sokféle felhasználhatóságú és piaci értékű terméket tud előállítani. Ezen ipari fejlődéssel egyidőben a nyersanyagkutatás — minősítés és értékelés módszertana is változott — fejlődött a hagyományos szemléletben.

Az érc- és ásványbányászati nyersanyagok kutatása és ásványvagyongazdálkodása korszerűsítési feltételeinek változása előtt röviden ismertetjük a legfontosabb nyersanyagok teleptani típusait és földtani modelljét. A nyersanyagok hasznosítható anyagi tulajdonságai szerint a következőképpen csoportosíthatók:

- Fekete fémérc (Fe, Mn)
- Nehéz színesfémérc (Cu, Pb, Zn)
- Nemesfémérc (Au, Ag)
- Magas kovásv-tartalmú kőzetek (kvarcit, kovaföld, kovás homok)
- Szulfátos kőzetek (gipsz-anhidrit, barit, alunít)
- Földpátos kőzetek (kálitrachit, kálitufa, földpátos homok)
- Karbonátos kőzetek (nagy tisztaságú mész-*kő*, dolomit, puhamész-*kő*)
- Agyagásvány-tartalmú kőzetek (bentonit,



- kaolin, illit, halloysit, allevardit, pirofillit, talkum)
- Vulkáni üvegek (perlit, szurokkő, pumicit, zeolitok)
- Törmelékes üledékek (darakavicsos homok, durva-finom homokok)

A felsorolt anyagi tulajdonságok elsősorban a felhasználás szempontjainál döntőek, ugyanakkor a teleptani adottságok a kutatás korszerűsítésénél meghatározóak. A fontosabb telep-típusok a következők:

## 1. Magmás telepek (mágmas testekben található telepek)

1.1. *Liquid-magmásan* elkülönült lencsék a peridotitban a *wehrlit* testek (Szarvaskő). A magas Fe-, Ti-tartalmú nyersanyag test homogen belső felépítésével elkülönül a bezáró kőzettől. Kis nyersanyag-készlettel rendelkező ( $10^3$  t).

1.2. Az *intermedier kis intruziók* porfiros testjein belül található a *tömeges-stockwerkes* hidrotermális ércesedések hintett-eres formában. (Recsk mélyszinti porfiros rézérc.) Az intruzión belül köpenyszerűen elhelyezkedő kőzetelváltozási övek kovás-kvarc, szericites-propilites-flogopitos) az ércesedés intenzitását közvetve jelzik. Ezek alacsony fémtartalmú nagy nyersanyag-készletekkel ( $10^7$ — $10^8$  t) rendelkező testek.

1.3. Porfiros szövetű *kis intruziókban* metasztatikus átalakulásként adalárosodott *kálitachit* jött létre. (Telkibánya—Kányahegy.) A jelenlegi oxidációs zóna azon övei hasznosíthatók (K  $10^0$ ), ahol nincs hidrotermális kőzetelváltozás (szulfidmentes). Az ép kőzetek közepes készlettel rendelkeznek ( $10^6$  t).

## 2. Vulkáni telepek (vulkáni kőzettestek telepei)

2.1. Savanyú riolitos vulkáni *extruziós domok* változó felépítésűek kontakt zónával és külső fellazult (breccsás, horzsás) köpennyel. A túlhűtött savanyú vulkáni üvegtípusok (perlit, szurokkő, horzsakő) a kötött víztartalomtól függően eltérő duzzaszthatósággal jellemezhetők. (Pálháza, Nagybózsza.) A hasznosítható kőzet-típusok sok köztes meddővel, közepes készlettel ( $10^6$ — $10^7$  t) rendelkeznek.

2.2. *Vulkáni tufalepek* (savanyú riolit ártufákból származó szárazföldi és vízi felhalmozódású telepek). A nagy üvegtartalmú horzsakőből és üvegtörmeléből álló kőzetanyag részben diagenetikusan, részben másodlagosan *zeolitodott* (klinoptilolit, mordenit). Az egyes padokban feldúsult horzsakő szakaszok a legkedvezőbb abszorpciós tulajdonságúak. Másodlagos zeolitodás repedezett zónák mellett je-

lentős. (Rátka, Mezőzombor.) A táblás telepek készletei jelentősek ( $10^6$ — $10^8$  t).

Az ép, hullott tufák leplei kevésbé kötöttek, mint a zeolitok, ezek üveges alkotói jól duzzadnak (Szegi pumicit).

2.3. *Vulkáni kúrtók kalderák* belsejében a breccsákat szeszélyesen cementálják kovás-ércszulfidos (Au, Ag, Cu) hintések, impregnációk. Ezek a *stockwerk* telepek szeszélyes belső felépítésűek (Recsk lahócai enargitos, luzonitos rézérc). Az egyes ércetek kis készlettel rendelkeznek ( $10^4$ — $10^5$  t).

2.4. Vulkáni kúrtók és *lávaarak* felső gázdús rétegeiből képződtek a *hólyagos-salakos* szövetű kőzetek. Ezek a telepek változó porozitásúak, nyelvyszerű vagy szabálytalan tömbformájúak (mindszentkálai hólyagos bazalt), viszonylag kis készletekkel ( $10^5$  t) rendelkeznek.

## 3. Hidrotermális telepek

3.1. A *telérek* (érctelérek) részben a rövid csapáshosszú, de széles húzásos hasadékok (Gyöngyösoroszi Károly telér), részben a hosszú csapású, de vékony nyomásos breccsás hasadékok (Gyöngyösoroszi Aranybányabérc telér) hidrotermális ércitöltései (Au, Ag, Pb, Zn, Cu) meddő kísérettel (kovás, szufátos, karbonátos, agyagos). Az ércesedés a teléren belül függőleges vagy ferde irányú oszlopszerű feldúsulásokat mutat. Bizonyos lelőhelyeken *csak érc-oszlop* található (Pátka Kőrákáshegy). Az egyes telérek fémkészletei kicsik ( $10^4$ — $10^5$  t).

3.2. Hidrotermális *metaszomatikus* zónák vagy a mágmas test kontaktusán, vagy a kitörési központok felvezető csatornái és telérei mellett alakulnak ki. Ahol a mellékkőzet metasztatizációra érzékeny (karbonátok), ott az anyagkicserélődés csaknem teljes és így dús érces testek jöttek létre (Recsk mélyszinti szkar-nos Cu és Zn). Ezek a testek változatos alakúak (lencsék, zsebek, tömzsök) és éles határral rendelkeznek. Viszonylag kis készletűek ( $10^3$ — $10^4$  t).

A kitörési központok körzetében a hidrotermális átalakulási övek többnyire tölcésrszerűek. Ezek 10—30 m széles *legyező szerű sávok* (kovás, kovás-alunitos, kaolinos, allevarditos) az eredeti mellékkőzet szövetét megtartva alakították át (Mád—Királyhegyi kaolin). A metasztatikus zónák kis nyersanyag-készlettel jellemezhetők ( $10^3$ — $10^4$  t).

## 4. Vulkáni-üledékes telepek

4.1. Egyidejű vulkáni tufaszórás terméke üledékkel keveredve az üvegyanyag halmirolízises agyagásványos elbontását eredményezi. (Istenmezeje bentonit.) Ezek a *réteggövető telepek* viszonylag nagy kiterjedésűek és minőségük a hozzá keveredő üledék mennyiségétől függ



(géles-homokos bentonit). Közepes készletekkel jellemezhetők. ( $10^5$ – $10^6$  t).

4.2. *Utóvulkáni-limnikus telepek* áthalmozott vulkáni kőzetek üledékképződési fáciesei (kavicsos-homokos-agyagos) és az utóvulkáni tevékenység révén képződött kőzetek (geizir-limnokvarcit) váltakozásából állnak.

A telep függőlegesen *dobostorta* szerkezetet mutat (rátkai limnokvarcit-bentonit-kaolin, erdőbényei kovaföld-kvarcit), míg vízszintesen a lencsésen kiemelkedő üledékképződő fáciesek (füzérradványi kavicsos-homokos-tiszta illit) követhetők. A másodlagos utóvulkáni hatások (kovásodás, adularosodás stb.) bonyolítják az amúgy is változatos telepek minőségét. Általában közepes-kis készlettel rendelkező telepek ( $10^5$ – $10^6$  t).

## 5. Szárazföldi mállási és sekélyvízi üledékek

5.1. *Karsztos töbrökben* felhalmozódott homokos-agyagos mállási termékek tartoznak ide (felsőpetényi halloysit, sárisápi kaolinos homokkő). A másodlagos oxidáció hatására a kiemelt helyzetű töbrök anyagásványai kedvezően feldúsulnak és a szennyezőktől (Fe, Mn) mentesülnek. Kis kiterjedésű, változó minőségű, kis készlettel rendelkező ( $10^4$ – $10^5$  t) telepek.

A karsztos töbrökben felhalmozódott mangánérces kőzetek másodlagos cementációs hatásra feldúsulnak fémtartalmukban. (Úrkút—Csárdahegyi vasas oxidos mangánérc).

5.2. *Szárazföldi mállástermékek* sekély édesvízeiben felhalmozott termékek *rétegszerűen* kiemelkedő *lencsék* sorozatából állnak. (Nemti tarka-vörös agyagok) Kis készletekkel ( $10^5$  t) rendelkező, változó minőségű telepek.

Vulkáni tufák szárazföldi mállása esetén az üveganyag teljesen kaolinná alakul és *kanjonszerű* völgyben felhalmozódó testet alkot. (Szegi kaolin.) A szabálytalan nyersanyagtest jó minőséggel, de kis készletekkel ( $10^3$  t) jellemezhető.

5.3. *Delta üledékként* az egykori tengerpart mocsaraiban *telepszerű lencsés* tűzálló agyag testek képződtek (felsőpetényi tűzállóagyag). A telepek összlet jelentős készletekkel rendelkezik ( $10^6$  t), de a jó minőségű agyagok kis lencsét képeznek  $10^1$ – $10^4$  t).

## 6. Tengeri üledékek

6.1. A strandhomok fáciesekben (síkparti-laguna üledékek) az egykori karbonátos alaphegység környezetében kvarchomokok képződtek (fehérvár-csurgói üvegromok, kisörsi öntődei homok) a produktív összlet az egykori több kilométeres parti sáv mentén 2–300 m szélességben található, ahol egyben a nehézasványok is (titanomagnetit, rutil, monacit, cirkon) is feldúsulnak. A teleptanilag az egykori partvonal-

hoz kötött *rétegsáv* készletei jelentősek ( $10^6$ – $10^7$  t).

6.2. *Zátonyképződmények* főleg biogén karbonátos anyagból (alga, korall, moluszkák stb.) képződött kőzetek, melyeket magas karbonát-tartalma, laza szövete tesz ipari felhasználásra alkalmassá (zebegényi festékföld). Ezek a változó méretű lencsés-réteges telepek részben homokos kavicsos, részben tömött mészköves padokkal tagoltak. Közepes készletekkel ( $10^6$  t) jellemezhetők.

6.3. *Sekélyvízi evaporitok* gipsz-anhidrit képződményei jelentős méretű rétegzett telepeket alkotnak. Másodlagosan a tektonika és a gipszanhidrit átalakulás eredményeként *gyűrt evaporit dombok* jelentkeznek. A nagy vastagságú evaporit összlet jelentős készletekkel rendelkezik ( $10^7$ – $10^8$  t). (Alsótelekesi gipsz-anhidrit.)

6.4. *Mélyvízi karbonátos képződmények* nagy kiterjedésű *táblás* telepeket alkotnak. Az egyenletes minőség és nagy tisztaság révén fontos ipari nyersanyagok, melyek nagy készletekkel rendelkeznek. ( $10^7$ – $10^8$  t) (felnémeti mészkő, pilisvörösvári—iszkaszentgyörgyi dolomit).

6.5. A *mélyvízi agyagos* kőzetek jól követethető rétegzett, *táblás* telepeket alkotnak. Homogén felépítés (felsőpetényi csempeanyag) és nagy kiterjedés jellemzi jelentős készletekkel ( $10^7$ – $10^9$  t).

A tenger alatti hidrotermális működés eredményeképpen a glaukonitos agyagokat mangán dúsulás kíséri (úrkúti karbonátos mangánérc). A dobostorta szerkezetű telepek másodlagos hatásra több helyen erősen gyűredeztettek. Másodlagos oxidációs hatásra felső részük *oxidos mangánérc* alakult át (Úrkút). Az elsődleges karbonátos mangánérc-telepek jelentős készletekkel, míg az oxidos mangánérc-telepek közepes készletekkel ( $10^6$  t) jelentkeznek.

## 7. Metamorf telepek

7.1. Magmás kőzetek közepes mértékű metamorf átalakulási terméke a bázisos intrúzió tömegének *serpentin*esedése és az intrúzió kontaktusán létrejött *talk* (Felsőcsatár). A serpentin tömzsös, tömeges, közepes készletekkel ( $10^6$  t), míg a talk kis készletekkel ( $10^4$  t) rendelkező lemezes táblákat alkot.

7.2. Agyagásvány-tartalmú üledékes kőzetek közepes metamorf hatásra főleg csillámmá alakulnak. A szeszélyesen elhelyezkedő, *kiemelkedő lencsét* alkotó leukofillit telepek ilyenek (Sopron). Készletei kicsik ( $10^2$ – $10^4$  t).

A jelenleg vázolt földtani-teleptani modellek egy ismeretességi szintet tükröznek, de az újabb kutatások azokat lényegesen módosíthatják. Az érc- és ásványbányászati nyersanyagok változatos földtani teleptani modelljei eleve



megkövetelik az egyes típusoknak legjobban megfelelő kutatási és értékelő módszer kiválasztását. Ennek alapján a korszerűsítés sem történhet egy kaptafa szerint.

*Kutatási módszerek* korszerűsítését az 1980-as évek közepétől az alábbiak szerint végezzük és tartjuk szükségesnek.

*Nyersanyag földtani térképezés* szinte minden esetben szükséges. A jelenleg rendelkezésre álló földtani térképek nem elégítik ki a speciális nyersanyagkutatás igényeit. Ezek elsősorban a képződési modell morfológiai, anyagi, települési szempontjára kell, hogy irányuljanak. Ez a módszer a fúrások telepítése előtt kell tisztázza a felszíni képződmények telepéhez viszonyított (fekü, fedő) helyzetét, a települési jellegeket (dőlés, csapás irányát!) a részletes tektonikai adatokat. A fedett telepek közvetett jelenlétére lehet ebből következtetni. Ilyen típusú bejárásos földtani térképezést folytatunk Istenmezeje—Pétervására körzetében, ahol a bentonittelep fekü és fedő homokköveinek új-ravizsgálatával kiderült, hogy a kutatási terület bővíthető, a korábbi megítéléshez képest. Hasonlóképpen földtani térképezéssel el lehet dönteni, hogy egy perlitkibúvás egy riolit lávaár végét vagy egy extrúziós dómot képviseli (pl. Tokaji hegységben). Mai ismereteink szerint állíthatjuk, hogy részletes, speciális térképezéssel több új nyersanyaglelőhely felismerése lehet még hazánkban.

*A földtani távérzékelést* a hazai nyersanyagok kutatásánál még alig alkalmaztuk. Ennek segítségével a hagyományos földtani képet nyersanyag-lelőhelyeink modelljeiről módosíthatjuk. Az űr- és légifotó analóg értékelések, illetve a nyersanyag-kőzetanyag speciális reflektancia értékeinek számítógépes feldolgozásai lehetővé teszik teljesen új anyagi, morfológiai összefüggések, tulajdonságok feltárását. A földtani és geofizikai (gammaspectrometriai) távérzékelési adatok együttes értékelése tette lehetővé új alsó riolittufa-kibúvások felismerését Istenmezeje környékén. Az űr- és légifotó interpretációval sikerült mind a Tokaji, mind a Mátra-hegységben paleovulkáni, kitorési központokat felderíteni, míg az Aggtelek—Rudabányai hegységben ezen módszerek bizonyították, hogy a gipszes összlet antiklinális szerkezethez kötött. Ezek a felismerések hagyományos földi módszerekkel nehezen, hosszadalmas, költséges vizsgálatokkal bizonyíthatók. Éppen ezért valamennyi érc- és ásványbányászati nyersanyag-területünket ezen módszerekkel vizsgáljuk újra, mindenkor a megfelelő földi kontroll és azonosítás biztosításával.

*A geofizikai vizsgálatok* eddig kevésbé voltak nyersanyagspecifikusak. Ez alól csak a Recsk mélyszíni érc kutatás területe volt kivétel. Ott a komplex felszíni szeizmikus, mágneses, gammaspectrometriai, gravitációs, elektromos mérések és karotázs módszerek már a 70-es évek-

ben fontos kutatási információt szolgáltattak. A nemfém ásványi nyersanyagkutatásoknál most próbálkozunk a hagyományos és új geofizikai módszerek alkalmazásával. Az alsótelekesi gipszkutatásban a nagy felbontású sekély-szeizmikus mérések a települési-gyűredezettségi jellemzőket jól feltárták. A homokkövek között települő bentonitréteg mélységi kimutatására a Maxiprobe módszer reményteljes Pétervására környékén.

A geofizikai módszerek karotázs és bányabeli módszerei főleg a rádióhullámú és elektromágneses és átvilágítás módszereivel mind a szulfidos, mind az agyagásványdús nyersanyagtestek kimutatásánál reményteljes.

*A geokémiai vizsgálatok* eddig rendkívül elhanyagoltak a nyersanyagkutatásban. A külszíni lito- és talajmetallometriai, valamint a bányabeli indikátor elemkutatások csak a recski színesfémérc-kutatásnál kerültek részlegesen alkalmazásra. A szér vizsgálatok szinte teljesen hiányoznak. Ezek pótlása a jövő feladata. A speciális nemesfém- és ritkaelem-kutatások lehetőségei hazánkban még nagyok. A korábbi bányaterületeken csak az ércdús, a „hagyományos” érceteket (telérek, tömzsök, rétegek) művelték le és az alacsony fémtartalmú hínített ércek ott maradtak. (Pl. Recsk—Lahóca, Telkibánya nemesfémérczei.) Az ércfeldolgozó-fémkinyerés technológiai olyan gyors változáson mennek át, hogy ma már a század elejéhez képest egy nagyságrenddel kisebb koncentrációk is kinyerhetők az ércekből.

*Fúrásos kutatások* az elmúlt fél évszázadban a nyersanyagkutatás legfontosabb módszerévé váltak. A korszerűsített gyémánt magfúrás vagy a gyorsmagszedős fúrások mind külszínről, mind a bányabeli legyezőfúrásoknál megbízhatóan működnek, igen jó magkihozattal (80—100%). Az érc- és ásványbányászati nyersanyagok igen változatos fúrhatóságú kőzeteiből (homok-kvarcit) nemcsak a jó, korszerű fúrószerszámok, hanem a jó, tapasztalt fúrási szakemberek ismeretei is biztosítják a megbízható anyagot. A fúrási, terepi anyagfeldolgozáshoz a recski területen olyan adatlap került kidolgozásra, melynek sorai a számítógépes ásvány-vagyongazdálkodási rendszer adatbázisaként szolgálnak. A jövő útját a gyors és olcsó fúrási módok alkalmazásában látjuk, ennek nemcsak technikai, hanem szervezési és szakember feltételei vannak.

*A földtani adatbázisok* hagyományos dokumentációi mellett szükségessé vált az adatok korszerű adathordozókon való tárolása. Az érc- és ásványbányászat területén fokozatosan végezzük a működő és részletesen megkutatott területek adatainak számítógépes feldolgozását. A sokféle nyersanyag tulajdonságait figyelembe véve kidolgozásra került a KBFI közreműködésével az egységes *ásványvagyongazdálkodási rendszer*, mely az alapadatok rögzítésén túlmenően a készletszámításig, illetve a legfon-



tosabb statisztikai-geostatistikai értékelésig egy-egy lelőhely feldolgozását biztosítja. Elsőként a fehérvártsurgói üveghomokra készült ilyen értékelés. Ettől kissé eltérő módszerrel a Recsk mélyszinti színesfémércesedés teljes anyaga korszerű adathordozókon szerepel, melyből a MAT közreműködésével háromdimenziós blokk krigelés is készült. Ennek eredményei az eltérő teleptani adottságú porfiros rézércesedés és szkarnos réz- és polimetallikus ércesedés geostatistikai paramétereivel bizonyították a szükséges kutatási sűrűséget. Hasonló vizsgálatok vannak folyamatban az Űrkút—Nyíresi külfejtés mangánérces összletére. Ezen módszerekre a jövőben fokozottan kívánunk támaszkodni. Ugyanakkor az a meggyőződésünk, hogy ásványbányászati lelőhely természeti paramétereinek megbízhatósági vizsgálata alapján (Zebegény vadaskerti puhamészkö, alsótelekesi gipsz, istenmezejei bentonit, fűzéradványi illit, pálházai perlit), hogy ezen nyersanyagokra a megbízhatóságot a  $2\sigma$  valószínűségi érték jó közelítéssel megadja.

Az ásványvagyon-gazdálkodás mechanikus szemléletével szakítani kell. Véleményünk szerint a célszerűség és gazdaságosság a kombinatív kutatási és értékelési metodika rugalmas alkalmazását követeli meg. Ez főleg az ásványbányászati nyersanyagok esetében szükséges, ahol egy-egy nyersanyagból többféle termék előállítása lehetséges. Egy-egy új felhasználási mód új — addig nem vizsgált — természeti paraméterek meghatározását teszi szükségessé (pl. erdőbényei kovaföld pH-meghatározása).

A jövőben egyre egyszerűbb, de célrátörő és gazdaságos komplex földtani kutatásokat tervezünk a bányászati és feldolgozási döntéshozók érdekében az érc- és ásványbányászati nyersanyagokra.

Dr. Zelenka, Tibor:

#### *Modernization efforts in the management of mineral resources of raw materials of ore and mineral mining*

The ore and mineral mines of Hungary offer the possibility to explore for and produce 27 different raw materials. These raw materials can be grouped partly according to their utilizable material characteristics partly on the ground of their geological characteristics. The basis of the modernization of the exploration for raw materials and of the management of ore resources is the knowledge of proper geological models. In the case of the most important raw materials the morphology, material composition and the genetical characteristic of the raw material body are the determining factors. The types of the magmatic bodies are the liquid magmatic wehrlite, the law-invasive porphyritic copper ore and the potassic trachyte. To the volcanic rock bodies are connected the extrusive domes of perlite, the zeolitic raw materials and pumicites of volcanic tuff sheets, the stockwork disseminated siliceous ore-sulfidic deposits of volcanic chimneys of calderas, as well as former volcanic flow rocks with bubble-hiatal texture. The precious metallic and polymetallic veins, chimney breccias, ore pipes of the hydrothermal deposits and the clay mineral deposits of the crateriform deformation zones and the contact metasomatic scarnic transformations represent separated deposit

types. The partly layer-follower, partly postvolcanic-limnic epithermal deposits of the volcanic-sedimentary deposits show cake-like pinching out lens forms. The continental wearing-away deposits in the form of partly karstic dolinas, partly layer-like lenses or canyon-like valleyfills and of lenticular delta sediments are of kaolinitic-illytic composition. The flat-shore lagoon beach sands of marine deposits, the biogene carbonate bank formations, the shallow-water evaporites, neritic carbonate rocks (limestone, dolomite) and the deep-sea clayey-manganese ores form tabular deposits. The metamorphic deposits form partly basic serpentine deposits formed through intrusion and sediment contact, partly leokophyllite deposits formed under a metamorphic influence on sedimentary contact of different composition.

While exploring for all sorts of raw materials we utilize the methods of geological raw material mapping, of geological-geophysical telesensing, of surface and underground geophysical-geochemical examinations, as well as of the explorations by drillings and mining geological assessments. We evaluate the data obtained in such a way with the utilization of a computer-aided processing in a unified mineral resources' management system.

Тибор Зеленка

#### *Попытки к усовершенствованию использования запасов минерального сырья в добыче рудных и нерудных полезных ископаемых*

Венгерское горнодобывающее предприятие минерального сырья обеспечивает добычу 27 видов полезных ископаемых, которые могут классифицироваться частично по свойствам их использования, частично по характерным признакам их залегания. Основой модернизации поисково-разведочных работ и использования запасов является знание параметров геологической модели. В случае наиболее важных полезных ископаемых определяющими являются морфология тела полезного ископаемого, его вещественный состав и генетические признаки. Основные типы магматических тел: ликвационный магматический верлит, связанная с малыми интрузиями порфировая медная руда и калиевый трахит. К вулканическим телам пород принадлежат экстрезивные домы перлита, цеолитовое минеральное сырье вулканических туфовых покровов и спекшиеся туфы, вкрапленные штокверковые окремненные сульфидные руды кальдер и некков, а также породы лавовых потоков с пузырчато-шлаковой текстурой. Отдельный тип представляют собой гидротермальные залежи благородных металлов и полиметаллические жилы, жерловые брекчии, рудные столбы, а также воронкообразные залежи глинистых метасоматических зон.

Осадочно-вулканические залежи залегают частично в качестве пластов, частично их поствулканические-пресноводные эпитептермальные залежи имеют форму выклинивающейся линзы слоистой структуры. Залежи типа континентального выветривания каолинитово-иллитового состава имеют форму или карстовых воронок, или пластообразных линз, или выполняют каньонообразные долины, а также имеются линзы дельтовых отложений. Морские осадки образуют залежи пляжных песков равнинных лагун, биогенных карбонатных рифовых образований, мелководных эвапоритов, неритических карбонатных пород (известняков, доломитов), пластообразные залежи глубоководных глинисто-марганцевых руд. Метаморфогенные месторождения представлены тальково-серпентиновыми рудами на контакте основных интрузивных пород и осадков, а также залежами лейкофиллитов, образовавшихся на контакте осадочных пород различного состава в результате метаморфизма.

При поисково-разведочных работах этих многообразных полезных ископаемых используются различные методы, такие как: геологическое картирование, дистанционные геолого-геофизические методы, геофизические и геохимические наземные и подземные испытания, а также скважинная разведка и рудничной геологии. Полученные таким образом данные с помощью вычислительных машин используются в единой системе учета движения запасов.







## Gondolatok a magyarországi bauxitprognózisról s annak korszerűsítési lehetőségeiről

Szerzők prognózistörténeti visszapillantás után, röviden ismertetik a bauxitprognosztikával kapcsolatos újabb keletű elgondolásait. Megállapítják, hogy a magyarországi bauxitprognózis — a földtani viszonyokból fakadóan is — igen magas színvonalú. Végigtekintve az alkalmazott prognózismódszerekben több javaslatot tesznek. Javasolják a jelenleg alkalmazott 500 m-es figyelembevételi határ módosítását, kettős reménybeli kontúr bevezetését, az ismeretességtől függő prognózismódszer alkalmazását, az új földtani elemző módszerek (pl. medence-analízis) bevezetését a földtani analógia mértékének megállapítása céljából. A gazdasági elemző módszereket összességében jónak ítélik, fölhíva a figyelmet bizonyos anomáliákra is. Szükségesnek ítélik egy prognózis-segítő számítógépes adatbáziskezelő rendszer kiépítését.

### *A prognóziskonceptiók változása*

A bauxitra irányuló kutatás közel egyidős a századdal Magyarországon. Hasonlóképpen a prognosztikai tevékenységé is. A helyi prognózisok (pl. a biharhegységek Mezey F., a gánti, halimbai, szári, s egyéb területi csak néhány nevet említve György A., Rozslozsnik P., Teglegdy R. K., Vadász E.) után már a harmincas években van országos prognózis is (id. Lóczy L.). ezekről dokumentum kevés maradt.

A Maszobal korszak prognózisairól is kevés ismeretünk van, de érdemes megjegyezni, hogy a szovjet kutatók az akkor ismerttel azonos nagyságrendű reménybeli készletet tartottak lehetségesnek, tehát tíz-húszmillió tonnát.

Az első, átfogó bauxitprognózis, melynek nemcsak a végszáma maradt ránk, hanem a területi bontása, sőt a becslés módszere is, 1961-ben készült az akkori NIM Színesfémipari Főosztálya utasítására. A prognózis készítői (Szantner F., Károly Gy. et. al. 1961.) az „ismert nagyobb bauxitelőfordulásokhoz csatlakozó” területekre 35 Mt, a távolabbi, egyéb területekre 25 Mt földtani bauxitvagyonot valószínűsítettek.

A hetvenes évek prognózis alig jelezte nagy felfedezése (Nagygyégháza) megteremtette az igényt a prognózismódszerek megújítására, s ezen belül a becslési folyamat levezetésének bemutatására.

\*A MAT megbízására a Magyarhoni Földtani Társulat munkabizottsága vizsgálta a magyarországi bauxitprognózis módszereit, a reménybeli vagyon megalapozottságát, a felkutatás lehetőségét, módszereit. (A munkabizottság vezetője Haas J., titkára Tóth A., tagjai: Baross G., Császár G., Fodor B., Hegedűs I.-né Knauer J., Korpás L., Szabadváry L., Szantner F.) Szerzők jelen cikkben saját álláspontjukat rögzítik.

A Bauxitkutató Vállalat kutatói (Knauer J., Szóts A. 1977) elsőként a vértesi területen mutatták be a földtanilag differenciált analógiának nevezett módszert, majd a „Bauxitprognózis” szerzői (Szantner F., Knauer J., Mindszenty A., et. al. 1986) ismertetik részletesen.

Bárdossy Gy. 1982., az Észrevételek a magyarországi bauxit elterjedésének és teljes megkutatásának kérdéséhez c. cikkében az ismert és a reménybeli készletek területi megoszlását vizsgálja, a hivatalos mérlegadatokat alapján.

Magyarország területén három, nagy valószínűséggel elsődleges bauxitszintet (középső kréta, felső kréta, alsó-középső eocén) ismerünk, elsődleges vagy másodlagos fedővel és több rétegtani helyzetben jelenlegi ismereteink szerint jelentőség nélküli bauxitos képződményeket. A bauxitföldtani viszonyokról, a tudományos alapokról átfogó és részletesen dokumentált képet ad a már említett Bauxitprognóziskönyv és Bárdossy Gy. 1977., Karsztbauxitok monográfiája és nagyszámú számos szerzőtől származó publikáció.

Az alábbiakban néhány újabb keletű és néhány, egyes vonatkozásban más szemléletű gondolatot ismertetünk a teljesség igénye nélkül.

A magyarországi bauxitoknak a nagy földtani ciklusokkal való kapcsolatát Vadász E. és mások után Darányi F. 1950., Dudich E. és Komlóssy Gy., 1963. már vázlatosan elemezte, s kimutatta a dunántúli-középhegységi bauxitfedő „nagy ciklusok”-ban kimutatható paleomorfológiai helyzetismétlődéseket. Haas J. 1979 az epirogén mozgások által kiváltott transzgressziós ciklusok (elsősorban a dunántúli felsőkréta ciklusra építve) elemzése alapján egy dinamikus elvi modellt alkotott. Ennek alapján elemezték később (Haas J., Bernhardt B., Császár G. 1981.) a dunántúli-középhegységi albai, szenon és eocén üledékciklust, a köszén és bauxitlepek együttes megjelenésének lehetőségét. Következtetéseikből az alábbiakat emeljük ki: a köszéntelepek általában a középhegységi tengelyzónában, a bauxitlepek a szárnyakon halmozódtak föl, a Nagygyégháza-típusú egy-másraterlepülés kivételes jelenség, s végül, hogy a perspektívák megítélésének földtani alapja a bauxit esetében a potenciális fekvő képződmények és a fedő fáciesek értékelése, a köszén esetében a fedőciklus jellegeinek elemzése lehet.



A MÁFI és a BKV kutatói (Haas J., Tóth Á., Császár G., Jocháné Edelenyi E., Szantner F., Knauer J., Tóth K.) 100 E méretarányban két prognózissegítő bemutató-térképvázlatot szerkesztettek, amelyekből egy nyomtatásban meg is jelent (1989). A térképszerkesztés elveit, illetve a térképet az ICSOBA 1985-ös és 1988-as kongresszusán be is mutatták.

A térképsorozat eocén segédtérképe szerkesztése során olyan megállapításokra jutott Tóth Á. (1983., 1988.) amelyek a bauxit-, valamint a fekü- és fedőképződményei kapcsolatára vonatkozó korábbi felismeréseket több vonatkozásban finomítják, ezáltal a prognosztikában való felhasználásának lehetőségét növelik.

A fontosabb megállapítások tézisszerű összefoglalása:

Nincsenek „bauxitofil” és „bauxitofób” karbonátos kőzetek (a márgát kivéve), nem igaz a tétel, miszerint a dolomit kedvezőbb bauxitfekü, mint pl. a dachsteini mészkő.

A bauxit és a közvetlen fedő kapcsolatának tényét igen óvatosan szabad csak fölhasználni a prognosztikai elemzésben.

Határozott különbségek vannak a bauxitra produktívnak és a meddőnek, vagy kis produktivitásúnak bizonyult területek eocén fedő képződményeinek kifejlődésében. A bauxit-fedő kapcsolat tehát nemcsak a közvetlen fedőképződmények fáciesében (ún. indikátor-fáciesek), hanem a magasabb rétegtani helyzetű fedőképződmények kifejlődésében is megnyilvánul, ui. az elöntés előtti regionális ösföldrajzi helyzet is tükröződik a fedőinformációk elterjedésében és kifejlődésében.

E vizsgálati megközelítés nem a tárolószervezetek prognosztizálására, hanem azon térségek elkülönítésére, körvonalazására szolgál, amelyeken a bauxit lerakódására-megmaradására — egyéb feltételek teljesülése esetén — a geomorfológiai viszonyok regionálisan kedvezők lehetnek.

A kőszén teleptani típusok és a bauxitföldtani viszonyok között határozott korreláció van. A „köztes telep” jellegű kőszénkifejlődéssel jellemezhető területeken még, ha a fekü kedvező is, gyakorlati jelentőségű bauxitlepek nem várhatók, az alaptelep jellegű kifejlődéseken viszont igen.

A fentiekben vázolt kutatási eredmények és tapasztalatok alapján általánosíthatónak látszik a fejlődéstörténeti elemző koncepció alkalmazása — egyéb bauxitszintekre és területekre is.

#### *A prognózisok megalapozottsága, megbízhatósága*

A prognózisok megalapozottsága kérdéskörének vizsgálatakor több tényre fel kell hívni a figyelmet:

A karsztbauxitok keletkezéséről való ismereteink igen sok hipotetikus elemet tartalmaznak.

Jelentős nagyságú reménybelinek nyilvánított területeken a legalapvetőbb kérdések sin-

csenek tisztázva. Számos esetben nem állapítható meg az általános földtani analógia mértéke sem. A DKH területén is jelentős nagyságú olyan területek vannak, amelyeken még a litológiai kifejlődést is csak sejtjük, a bauxitföldtani szempontú eseménytörténetről pedig szinte semmi információnk nincs. A szerkezeti mozgások nem egy esetben alapvetően eltérő fejlődéstörténetű földtani egységek „sodródtak” egymás mellé. Ennek bauxitprognosztikai következményeit sem elemeztük még kellő mélységben.

Kétségtelen tehát, hogy ismereteink a jelenségekről nagyon viszonylagosak, s egy-egy, valamilyen szempontból meghatározó személyiség minden korban óhatatlanul rányomja bélyegét a tények értelmezésére és meghatározza az uralkodó szemléletet.

Végezetül a reménybeli készletbecslés számai — hacsak alapvető szakmai hibákat nem követ el valaki — nem cáfolhatók és nem bizonyíthatók.

#### *Az alkalmazott értékelési módszerek és alkalmazhatóságuk korlátai*

A bauxit a legutóbbi időkig stratégiai nyersanyag volt, ezért nagyon kevés, szinte semmi dokumentum nem lehetett föl arról, hogy a magyarországi bauxitkutatás több mint hat évtizede alatt ténylegesen milyen módszereket alkalmaztak a prognosztikus készletek meghatározására.

Az említett, 1961-es prognózis a megrendelő levél intenciójának megfelelően a reménybeli vagyont a már ismert területek  $t/km^2$  területi produktivitása alapján számolja, szubjektív differenciálással. E módszert azokon a területeken nagyon jó eredménnyel alkalmazták, amelyek kellően nagy méretű, jól ismert, sok telepet hordozó térségekhez közvetlenül csatlakoznak. Nyírád esete bizonyítja: fontos tényező a viszonylag egyveretű földtani-paleomorfológiai kép is. A földtanilag differenciált analógiás módszer is tulajdonképpen egyfajta statisztikai módszer, amely földtani tényezők módosító hatását kívánja „deszubjektíválni”. E módszer alapvető gondja az analóg területek kijelölése, s azok reménybeli készletével való „operálás”.

E módszer is jól alkalmazhatónak bizonyult a D1, esetleg egyes D2 besorolású területeken. A D3 területeken (ha a besorolás reális) jó eredményt, épp az analógia megválasztásához és differenciáláshoz szükséges adatok hiányában nem adhat.

Fentiek alapján nyilvánvaló, hogy nincs és nem is lehet egyedüli „üdvözítő” becslési-számítási módszer. Az alkalmazott módszernek ismeretesség- és méretarány-függőnek kell lennie. Az alig ismert területeken a „globális” prognózis valamelyik módszerére (pl. trendanalízis) kell alapítani a kutatást. Csak az ismeretesség előrehaladásával juthatunk el az egyes lelőhelyek valószínűsítéséhez, majd a lelőhelyi prognózis elkészítéséhez.



A már említett módszereken túlmenően szükség van olyan prognózis-koncepciókra is, amelyeket *l'art pour l'art-nak* nevezhetnénk. Ez szabadon szárnyaló kell legyen, amelyet csak a tudomány mindenkor ismereti szintje és természetesen a prognóziskészítő szubjektuma köt. A koncepció kidolgozójának ez esetben „felelőssége” minimális, hisz csak eljárása logikájáért, az alapadatok valóságáért tartozik elszámolással, az eredményért nem. Az e fajta prognózisnak is lehet nagy hozadéka: gondolatai, módszerei megtermékenyíthetik, vitára készíthetik az ipar prognóziskészítőit is. Az ipari szakembereket prognóziskészítés során ui. az igazolás kényszere motiválja, tehát szükségképpen óvatosabbak.

#### *Néhány megjegyzés és javaslat a reménybeli területek, készletek kérdéséhez*

A reménybeli kontúr földtani és technikai-bányászati megfontolásokat egyaránt tartalmaz. Mindazokat a területeket körülöleli, amelyek fekvőképződményei a bauxitképződés-felhalmozódás szempontjából 500 m-es határmélységig szóba jöhetnek. A reménybeli bauxitterületek kijelölése és lehatárolása ebben a feltételrendszerben korrekt, megalapozott és az újabb kutatási eredmények valószínűleg csak kisebb mértékű módosítást hoznak. Az 500 m-es határmélység régen se, de ma különösen nem bír valós tartalommal. A vízföldtani viszonyokból fakadó gazdasági és hatósági limit miatt ez a mélységtartomány a bányászat számára nem lesz elérhető.

Célszerű a reménybeli területeket területileg változó határmennyiséggel számbavenni, hiszen a kitermelhetőség technikai, gazdasági és környezeti korlátja elsősorban nem a mélység, hanem sokkal inkább a vízföldtani paraméterek. Egyes kutatási területek jelentőségét növelheti olyan területrészek számbavétele, amelyek az újabb módszerekkel már gazdaságosan kutathatók (fekükibúvási területek).

A reménybeli *területegységek határai* az esetek többségében logikusak, a földtani ismeretességgel, a földtani viszonyokkal jó összhangban vannak. A nagyon alacsony ismeretességi, szinte indikáció-mentes övezetek, területegységek úgy tűnik, túlságosan is tagoltak.

KFH-igény volt valaha, hogy a reménybeli területhatárok és kutatási programok határa essék egybe, de a szükségszerű reambulálás során ennek az elvnek az elvetését javasoljuk, a reménybelit ui. hihetőbben lehet egy „természetes” földtani egységre megadni. A kutatási programok a kutatási folyamat egymást követő ütemei, időselelei legyenek.

A *készlet- és a minőségi adatokon* a mérleg „eklektikus” voltából eredően érződik a különböző időszakok megközelítési és számítási-becslési irányzatainak hatása. Egyes területek túlcizelláltak, mások pedig generalizáltak. Az adatok nem tükrözik ismert bauxitvagyonunk két-maximumos minőségeloszlását. Mindezek elle-

nére a jelenleg nyilvántartott reménybeli földtani bauxitvagyon összességében, a D-kategória megbízhatósági korlátain belül, reálisnak tekinthető. A reménybeli bauxitvagyon *gazdasági értékelése* jelenleg évenként történik, a természeti paraméterek prognózisa alapján, paraméteres függvények segítségével, számítógépes eljárással. A vagyon gazdasági értékelése (műrevalósági minősítés) lényegében az érték (költséghatár) és a megkutatási, kitermelési költségek (reálköltség) prognózist jelentő földtani-műszaki-gazdasági egységként (reménybeli bányaterület).

A gazdasági számításokat, a műrevalósági minősítést vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a D1 és a D2 területek egy része szinte ismertként „viselkedik”, a számítások megbízhatósága hasonló az ismert vagyonéhoz. A D3 területek gazdasági minősítésének eredménye azonban nem tűnik reálisnak. Teljesen nyilvánvaló, hogy nem lehetnek reálisak a hatalmas, olykor a 100 km<sup>2</sup>-et is elérő, vagy meghaladó nagyságú területek néhány 10, vagy néhány 100 ezer tonna reménybelijéből számított igen kedvező műrevalósági mutatók.

A reménybeli vagyon műrevalósági minősítésének jelentősége vitatható. Úgy véljük azonban, hogy a gazdasági értékelés elvégezhető és szükséges, de önmagában nem adhat kizárólagos alapot a döntésekhez, a területek rangsorolásához.

Fentieket *summázva* megállapíthatjuk, hogy a reménybeli készletek becslése nemzetközileg is elismert és magasra értékelt tudományos alapokon nyugszik. A becslés tudományos alapjait és konkrét módszerét szakkönyvek és cikkek sora tárgyalja, a módszerek, a gyakorlati tapasztalatok és elméleti megfontolások, viták során érlelődtek ki. Állítható, hogy a hazai bauxitprognosztika világszínvonalat képvisel. Ugyanakkor hangsúlyozni kell, hogy a kutatás és a prognózismetodika éppen ezért fejlődött magasszintűvé, mert a hazai bauxitok teleptani viszonyai igen bonyolultak és prognózisuk igen nehéz feladatot jelent. A prognózisok megbízhatóságát gyakorlati szempontból az is alátámasztja, hogy a prognosztizált készletek évtizedek óta realizálódnak. A prognosztika magas színvonala ellenére a *módszerek továbbfejlesztése* ezen a területen is javasolható, elsősorban a kutatás gazdasági kockázatának csökkentése és a kutatástervezés jobb megalapozása céljából. A fejlesztés legfontosabb területeit a következőkben látjuk:

A prognózis földtani alapjainak fejlesztése részletes (1:25 E méretarányú) szintenkénti térképek és fekü-fedő kombinációs térképek készítésével.

Az eddig végzett széles körű kutatások összefoglalásával szükséges a bauxitképződés és szedimentáció ösföldrajzi modelljét és erre alapozva kell a produktív övezeteket kijelölni. Fontos a regionális minőségváltozási törvényszerűségek megismerése (bauxitszintenként).

Az ösföldrajzi rekonstrukciós munkához, a produktív zónák és a minőségeloszlási törvénv-



szerűségek értelmezéséhez a horizontális elcsúszások elemzését-értékelését is javasoljuk elvégezni.

Az egyes ösföldrajzi egységek értékelésénél a fejlődéstörténeti-analízis (a szénhidrogén prognosztikában használatos „medence-analízis” jellegű módszer) alkalmazása javasolható, amely az analóg terület kiválasztását is segíti.

A reménybeli készletek mennyiségi becslésénél a differenciált analógiás módszer kizárólagos használata helyett egyéb — esetleg párhuzamos — módszerek alkalmazása is indokolt. Javasoljuk a geostatistikai prognózis kísérleti elvégzését erre alkalmas területeken (Csabpuszta, Bakonyoszló).

A reménybeli készletek *minőségeloszlása* valószínűleg a már ismert bauxitok kétmaximumos eloszlásához hasonló (ennek nyilvánvalóan genetikai okai vannak). A vagyon egészének minősége tehát statisztikai értékelés alapján jól becsülhető. Az egyes területek minősége viszont nehezen becsülhető. Ennek megbízhatóságát javíthatja a regionális minőségeloszlási törvényszerűségek ismerete és a fejlődéstörténet-elemzésen alapuló analógiakeresés.

A *gazdasági értékelés* elvei megalapozottak és módszertana megfelelően kidolgozott. Az árváltozásokat azonban rugalmasabban kellene nyomon követni a reálköltség-függvények vonatkozásában is.

A gazdaságossági, illetve a gazdasági *kockázat* elemzése céljából a jövőben egy, a jelenleginél rugalmasabb döntési alternatívák kimunkálására alkalmas rendszer kialakítását javasoljuk, mely a földtani, a technikai (bányászati), környezeti és gazdasági tényezők adott, illetve változtatható szempontok szerinti együttes figyelembevételén alapul, és amely a feltételek alakulásának különböző változataira is gyorsan képes alternatívákat adni (pl.: rövid- és hosszú távú áralakulás, műszaki fejlődés, környezetvédelmi feltételek változásának lehetőségei stb.).

A fenti rendszer kialakítása természetesen *számítógépes* adatbázist, valamint *módszer- és szoftver-fejlesztést* igényel, hasonlóképpen a földtani tudományos alapok mélyebb elemzése, valamint magának a számszaki prognózisok többváltozatos kidolgozása is.

Végezetül fölvetődik, hogy a reménybeli területek lehatárolása szükséges-e? Véleményünk szerint a bauxitföldtani ismeretek és a számítástechnika jelenlegi szintje lehetővé tesz egy, a jelenleginél rugalmasabb rendszert, amely a felmerülő döntések megalapozására alkalmasabb és a kutatási rendszer előírásainak változása esetén is használható marad.

A rugalmasabb rendszerre való átállás két lépésben való megoldását javasoljuk. Első lépésben javasoljuk az egy reménybeli kontúr felváltását két határoló vonallal, melyek közül a külső kontúr a földtani lehetőségek határa, a belső pedig a kitermelhetőség technikai-gazdasági határa.

Második lépésben olyan adatbázisok kialakítását javasoljuk, amelyek külön tartalmazzák a perspektívák megítélésében leglényegesebb információkat pl.: geológiai adottságok bauxitszintenként prognosztizálható minőség, a bauxitszintek mélysége, vízföldtani, szerkezeti adottságok, földtani ismeretesség stb.).

Ilyen adatbázis működése esetén a határértékek tetszőlegesen adhatók meg a mindenkor helyzetnek megfelelően, szigoríthatók és lazíthatók a peremfeltételek, és az új információk, ismeretek is könnyen bevihetők a rendszerbe.

Tóth, Almos—Haas, János:

*Some thoughts on the bauxite prognostics for Hungary and their possibilities of modernization*

After a prognostics' historical retrospect the authors give a brief account on their recent ideas concerning bauxite prognostics. They point out that the bauxite prognostics for Hungary — also due to the geological conditions — are of a very high level. Surveying the applied methods of prognostics they make several proposals. They suggest the modification of the present consideration limit of 500 m applied at present, the introduction of a double prospecting contour, the application of a prognostical method depending on the knownness, the introduction of the new geological analytical methods (e. g. basin analysis) for establishing the dimensions of geological analogy. They deem the economic analysing methods in their totality as good, hile calling the attention also to certain anomalies. They regard as necessary to establish a computer-aided handling system of data basis for promoting the prognostics.

Алмиш Тоот—Янош Хаас

*Соображения о прогнозе бокситов в Венгрии и о возможностях его усовершенствования*

Авторами после краткого обзора истории прогнозных исследований излагаются новые взгляды на прогноз бокситов. Определяется, что прогноз бокситов в Венгрии, как это следует и из геологических условий, стоит на весьма высоком уровне. Делая обзор применяемых методов прогноза, авторы высказывают многочисленные предложения в связи с ними. Авторы предлагают изменить применяемую сейчас 500-метровую границу предела экстраполяции и ввести двойной контур оценки прогноза запасов, далее использовать метод прогноза, зависящий от степени изученности месторождения, введение новых геологических методов анализа (напр. анализ развития бассейнов) с целью определения степени геологического подобия. Методы экономического анализа в общем считают подходящими, но обращают внимание на некоторые аномалии. Авторы считают необходимым создание системы управления банком данных на базе ЭВМ в помощь прогнозным работам.



# Vízföldtani és bányavízvédelmi kutatások korszerűsítése a Dunántúli-középhegységben

A Dunántúli-középhegység — elsősorban bányavíz-emelésekkel károsított — főkarsztvíz-rendszerének regenerálódása érdekében csökkenteni kell a bányavíz-emelések mértékét, ami egyrészt egyes bányák bezárásával jár, másrészt az új bányanyitások vízkészlet-takarékos vízvédelmének kialakítását követeli meg. Ennek érdekében bővíteni, korszerűsíteni kell a vízföldtani és az erre épülő bányavízvédelmi kutatásokat.

## 1. Bevezetés

A szakmai közvélemény előtt régen ismert a dunántúli-középhegységi főkarsztvíz-rendszer és annak működése befolyásolatlan, majd a mesterséges vízemelésekkel terhelt időszakban. Az egyre több helyen és fokozódó rendszerességgel végzett méréseken, megfigyeléseken alapuló tapasztalatok már az 1960-as években jelezték, hogy az emelkedő, elsősorban bányászati vízemelés hatására megbomlott a főkarsztvíz-tároló dinamikus egyensúlya, majd az utóbbi évtizedben rendszeres hiánnyal záró vízmérleg jelentős környezeti károsodást okozott. A karsztvízrendszer bányászat által történő fokozottabb igénybevételével megnövekedett a vízföldtani-hidrogeológiai kutatások mértéke, a vízrendszernek és környezetének ismeretessége és mára — az értékelési módszerek fejlődésével — viszonylag nagy biztonságu prognózisok készíthetők a bányavízvédelem tervezéséhez és a különböző célú vízkivételek hatásának előrejelzéséhez.

A növekvő vízemelések miatt a Hévízi-tó és a budapesti termálvízrendszer veszélyeztetettsége, a vízminőség romlása az áramlási, hőmérsékleti és utánpótlódási viszonyok változása olyan kedvezőtlen mértékűt öltött, hogy a bányászati vízemeléseket a jövőben drasztikusan korlátozni kell és egyéb, különösen vízminőségvédelmi intézkedéseket is kell hozni a vízrendszer regenerálódása érdekében, összhangban a térség vízgazdálkodási terveivel. Ezért a területen lévő szén és bauxit további termelése érdekében a bányászatnak stratégiai váltásra van szüksége.

Mindezekhez a vízföldtani kutatások tervezésének, kivitelezésének és értékelésének, valamint a konkrét nyersanyagkutatással való összehangolásának olyan egységes, koordinált rendszerére van szükség, amely egyformán kielégíti a lakossági és ipari vízellátás, a bányászat, a mezőgazdaság, a gyógyvízellátás, az idegenforgalom igényeit. A kutatások számos tudományág együttműködését igénylik, így például a földtan, a geofizika, a hidrogeológia, a

meteorológia, vízkémia, a biológia, a balneológia — különböző mértékben ugyan, de — szerepet játszik a vízrendszer mennyiségi, minőségi felmérésében, dinamikájának követésében, a víz hasznosításában és a bányászat vízveszély elleni védekezésében.

## 2. A Dunántúli-középhegység karsztrendszerének állapotváltozása

A bevezetőben is említett karsztvíztúltermelés, párosulva a sokévi átlagnál két évtizede jóval alacsonyabb utánpótlódással, (1. ábra) a karsztvízrendszer általános állapotromlását indította el:

- átlagosan 30 m-t meghaladó regionális karsztvízszint-süllyedés alakult ki (2. és 3. ábra),
- elapadtak a természetes vízforgalmat szabályzó nagy források (Tata, Tapolca, Tapolca),
- mérséklődött a peremi termálvíz-rendszerek működőképessége (Hévíz, budai termálrendszer),
- az általános vízszintsüllyedés következtében a természetes karszt — rétegvíz — talajvíz kommunikációs rend helyenként megfordult (kisalföldi előtér, dunai kommunikáció Dorog—Esztergom térségében) és ezzel felgyorsult a karsztvíz szennyeződésének folyamata.

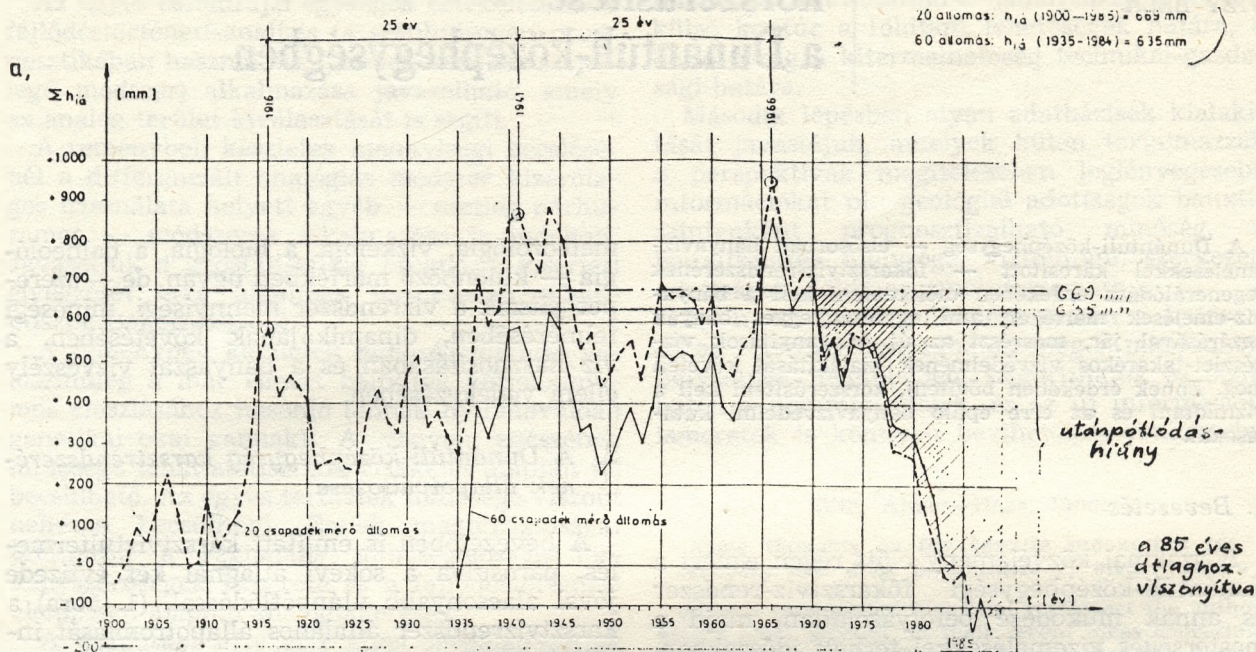
A karsztrendszer állapotromlásának egyik jellemzője a +100 m B. f. alatti karsztvízszintű területek növekedése, ami 1989. január 1-jén már elérte a tároló teljes területének 25%-át (4. ábra). A karsztvízszint általános lesüllyedése a +100 m-es szint alá a karsztrendszer természetes működésének teljes megszűnését jelentené!

## 3. A bányászat feladatai a karsztrendszer állapotának helyreállításában

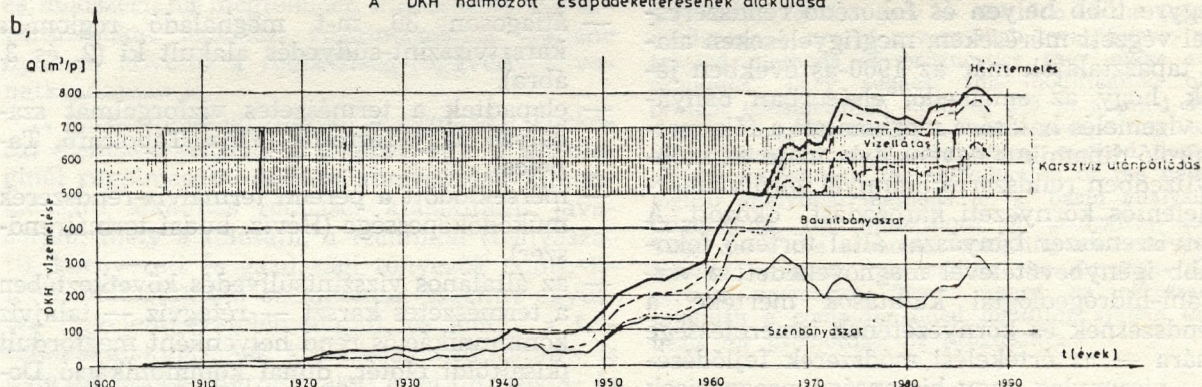
Nem szorul bizonyításra, hogy a hazai energiagazdálkodás és a magyar alumíniumipar nem mondhat le a Dunántúli-középhegység teljes szén-, ill. bauxitvagyonáról. Tekintettel arra, hogy ismertnek tekinthető ásványvagyonnak napjainkig „csak” közelítően a fele fogyott el, viszont kitermelése nem folytatható változatlan módon, ezért a bányászat teljes stratégiai váltásra kényszerül (5. ábra).

A váltás — a karsztrendszer állapota miatt — kényszerűségből kikövetelt ásvány- és álló-

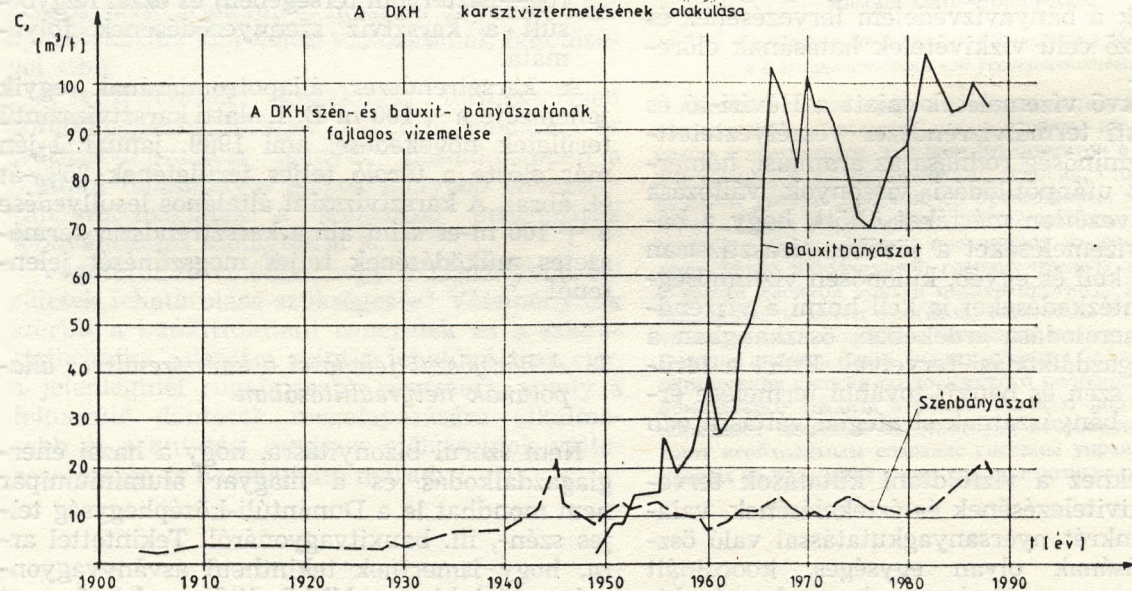




A DKH halmozott csapadékkeltésének alakulása



A DKH karsztvíztermelésének alakulása



A DKH KARSZTVÍZUTÁNPÓTLÓDÁSÁNAK ÉS TERMELÉSÉNEK ALAKULÁSA

1. ábra





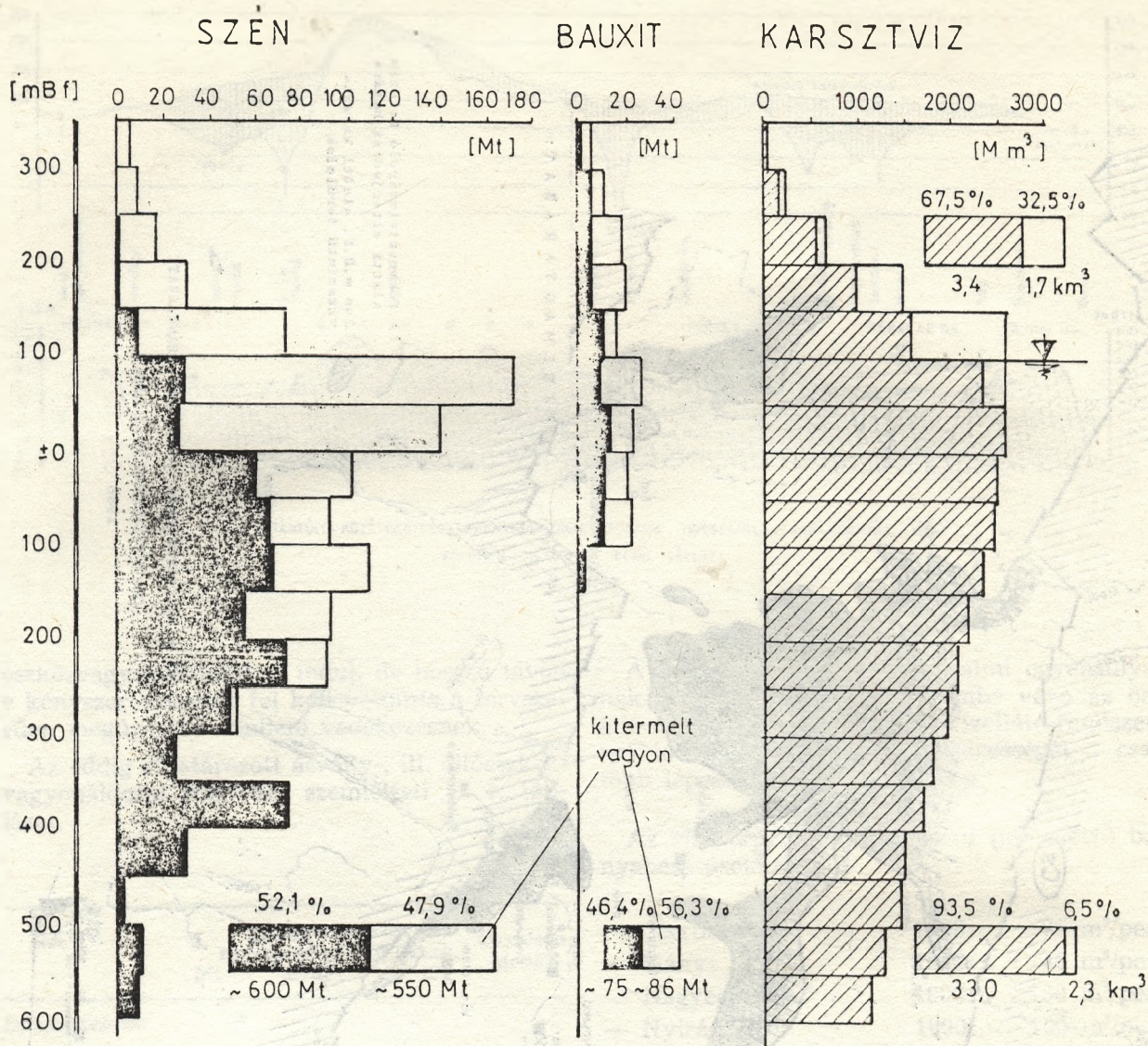












5. ábra  
A DKH szén-, bauxit- és karsztvízvagyonának változása

- egyrészt reális mérlegelés tárgyává kell tenni az új eljárások bevezetéséből származó többletköltségek „elviselésének” lehetőségét, magyarul a nyersanyagok (bauxit és szén) teherviselőképességét,
- másrészt pedig meg kell találni azokat az új bányavízvédelmi eljárásokat, amelyek az elengedhetetlen bányabiztonsági követelményeken túl az egyre erősödő környezetbiztonsági feltételeket is kielégítik és még elviselhető költségekkel járnak.

### 3.1. A karsztvízveszélyes helyzetben lévő ásványvagyon átértékelése

Az ásványvagyon népgazdasági szintű gazdaságosságát, annak elsősorban minőségétől függő értéke, valamint a kitermeléshez szükséges ráfordítások határozzák meg. A ráfordítások között eddig is előkelő helyet elfoglaló vízvédelmi költségek a jövőben — a víztermelési korlátok betartásával — olyan mértékig emelkedhetnek, amelyek már a készletek kiterme-

3. táblázat

Nyersanyag-vagyon	Ismert Mt	Reménybeli Mt	Összesen Mt
Bauxit			
— ipari	70,8	47,9	118,7
— tartalék	19,3	19,7	39,0
Összesen	90,1	67,6	157,7
Szén			
— ipari	674,3	154,4	828,7
— tartalék	57,0	290,0	347,0
Összesen	731,3	444,4	1175,7

lését gazdaságtalanná teszik. Ezen túlmenően vannak olyan vízvédelemmel kapcsolatos környezetvédelmi korlátozások (a vízemelés mennyiségében, időtartamában, a depressziós tér szintjében), amelyek az egyébként gazdasá-



gosan termelhető ásványvagyon kihozatalát sem teszik lehetővé.

A Dunántúli-középhegység átértékelésre szoruló bauxit- és szénvagyon a 3. táblázatban szerepel.

Az ásványvagyon újraértékelése két ok miatt is sürgető:

- egyrészt az előzőekben jelzett — már elhatározott — bányabezárások (végleges vagy „tartós szüneteltetés”) 1989. I. 1-jei állapothoz képest bekövetkezett ásványvagyon-vesztéseit tudomásul kell venni (4. táblázat),

4. táblázat

	Bányaüzem	Ipari vagyon	
		Mt	MrdFt
Bauxit			
	Nagyegyháza	15,1	10,8
	Nyírad	2,7	2,3
	Összesen	17,8	13,1
Szén			
	Nagyegyháza	46,1	16,7
	Mány	88,9	11,5
	Összesen	135,0	28,2
Összesen		—	41,3

- másrészt a vízveszélyességük és a vízvédelen gazdaságos megoldhatósága miatt bizonytalanná vált jelentősebb lelőhelyek vízföldtani-bányavízvédelmi kutatását, vizsgálatát minél hamarabb el kell végezni (5. táblázat).

5. táblázat

Nyersanyag- előfordulás	Ismert Mt	Reménybeli Mt	Összes Mt
Bauxit			
— Csabpuszta—I.	2,1	5,0	7,1
— Csetény	3,5	1,3	4,8
— Tükrősmajor	1,3	5,2	6,5
Összesen	6,9	11,5	18,4
Szén			
— Lencsehegy-III.	30,0	—	30,0
— Zsámbék-É.	12,1	—	12,1
— Kolontár-II.	10,0	—	10,0
Összesen	52,1	—	52,1

3.2. A bányavízvédelmi és vízföldtani kutatások korszerűsítése

3.2.1. A bányavízvédelmi eljárások célszerű fejlesztési irányai

Annak érdekében, hogy a Dunántúli-középhegység mintegy 150 Mt bauxit és 1500 Mt szénvagyon (3. táblázat) műrevonását reálisan mérlegelni lehessen, alapvető feltétel a bányavízvédelem megújítása.

A jelenleg alkalmazott bányavízvédelmi eljárások csak részben felelnek meg a többirányú követelményeknek:

- a bauxitbányászatban elterjedt regionális vízsztintsüllyesztés bányabiztonsági szempontból kifogástalan, de magas fajlagos vízemelése miatt drága és a környezetet veszélyezteti (pl. Hévíz),
  - a szénbányászatban eddig alkalmazott eljárások (passzív, preventív, kombinált és közettömítéses) viszont helyenként bányabiztonsági szempontból nem teljes értékűek (vízbetörések okozta üzemzavarok, elúszás-veszély stb.), ugyanakkor magas fajlagos vízemelésük miatt nem olcsók, környezeti veszélyük sem elhanyagolható (eocénbányák esetében a budai termálrendszer forog veszélyben) és mindezeket túl a bányavíz vízgazdálkodási értéke sem magas a vízminőség bizonytalansága miatt.
- A bányavíz elleni védekezés néhány jellemző mutatóját a 6. táblázat foglalja össze az 1988. évi tényszámok alapján:

6. táblázat

Mutatók	Dimenzió	Bauxitbányászat	Szénbányászat
Összes vízemelés	m <sup>3</sup> /min	321	284
Fajlagos vízemelés	m <sup>3</sup> /t	95	33
Vízemelési kgt.	MFt/év	415	733
A vízemelés hányada az önköltségben	%	27	12
Bányavízhasznosítás			
— aránya	%	25	20
— árbevétele	MFt/év	99	196
— fajlagos értéke	Ft/m	2,4	6,5

Hogy a jövőben alkalmazandó bányavízvédelmi eljárások maradéktalanul kielégíthessék a velük szemben támasztott követelményeket, többirányú változtatás szükséges:

- Mérsékelni kell a kiemelt víz mennyiségét (2. táblázat):
  - a nyersanyag települési tulajdonságai által kínált (vagy lehetséges) bányaművelési koncentráció fokozásával (a szén- és bauxitbányászatban jelenleg a koncentráció mértéke elmarad az elméletileg elérhető érték 40%-ától is). A bányaművelési koncentráció fokozása a kevésbé vízhozamigényes lokális vízsztintsüllyesztésnek ad teret;
  - a karsztvíztároló szerkezetétől függő mértékben, a megelőző közettömítés fokozásával.
- Emelni kell a bányavíz ivóvízminőségű hányadát
  - a tervszerű és megelőző csapolás intenzitásának fokozásával,
  - a csapolás és a bányaműveletek szétválasztásának fokozásával.
- Növelni kell a bányavíz-hasznosítás mértékét



- a térség vízellátó rendszereiben, s ezzel tehermentesíteni az önálló karsztvízbázisú vízműveket,
- a vízellátásban nem hasznosítható bányavíz vizsatáplálásának széles körű elterjesztése révén,
- a karsztrendszer vízforgalmi egyensúlyának helyreállítása és fenntartása érdekében.

E követelményrendszer egyidejű kielégítése

- csökkenteni fogja a bányavízemelés intenzitását és a fajlagos vízemelés mértékét mintegy 50%-ra
- a bauxitbányászatban 95 m<sup>3</sup>/t-ról kb. 45–50 m<sup>3</sup>/t-ra,
- a szénbányászatban 31 m<sup>3</sup>/t-ról 15–20 m<sup>3</sup>/t-ra,
- de a vízemelés korlátozásának költségei (műveleti koncentráció növelése, közettömítés, visszatáplálás) növelni fogják a fajlagos vízvédelmi költségeket mind értékükben, mind az önköltségben elfoglalt arányukban. A növekedés mértéke
- a bauxitbányászatban 10–20 között,
- a szénbányászatban 50–80% között várható.

A mutatószámok változása természetesen erősen előfordulásfüggő lesz, de mértéke figyelmeztetően jelzi, hogy a vízvédelmi költségek markánsan emelkedni fognak és elviselésükre nem minden előfordulás lesz majd képes.

### 3.2.2. A vízföldtani kutatások korszerűsítése

Az ásványvagyon ártértékelésének és a bányavízvédelmi fejlesztések sikerének egyik pillére a vízföldtani kutatások korszerűsítése.

A jelenlegi helyzetben, annak ellenére, hogy a vízföldtani kutatások kiterjedten és nagy költséggel folynak, számos helyen mutatkozik ismerethiány, értelmezési zavar, kutatástagolási bizonytalanság, kapkodás, módszertani elégtelenség és nem utolsósorban ágazati, sőt a szénbányászatban vállalati elkülönülés, ami szükségképpen csökkenti az egyébként nagy terjedelmű ismerethalmaz értékét.

A nyersanyagkutatás és azon belül a vízföldtani kutatás igen nagy terjedelmű: 1988-ban a Dunántúli-középhegység területén

— bauxitkutatásra	413 M Ft-ot
— szénkutatásra	312 M Ft-ot
összesen:	725 M Ft-ot

fordítottak, aminek kb. 80%-át (55 M Ft) költötték vízföldtani kutatásra, azon belül kb. 16 M Ft-ot (2,5%) közvetlenül a vizsgálatokra.

A nagy terjedelmében végzett vizsgálatok értékét csökkenti azonban az időbeli elosztásban mutatkozó nagyfokú egyenlőtlenség (7. táblázat). Az egyenlőtlenség csak részben indokolható a kutatásnak a részletes fázisra sűrűsödő gyakorlatával. Az mindenesetre tény, hogy je-

### Vizsgálati fázis A vízföldtani vizsgálatok gyakorisága

#### Kutatás:

Elő kutatás	4,5%
Felderítő fázis	25,9%
Részletes fázis	51,9%

#### Műrevonás:

Tervezés	10,8%
Feltárás	5,8%
Művelés	1,1%

100,0%

lenleg a nyersanyag műrevonásának bányavízvédelmi és környezetvédelmi lehetőségeiről már csak akkor van (vagy még akkor sincs) kielégítő ismeretünk, amikor a kutatás gyakorlatilag befejeződött.

E hiányosság feloldása a kutatás tervszerű korszerűsítésétől várható:

- a kutatás irányítási és koordinálási rendjének átalakításától,
- az ismeretszerzés folyamatának, módszereinek és az eredmények értékelésének egységesítése révén,
- az új értékelési módszerek bevezetésétől,
- a számítógépesítés, adatbázisok kiépítésétől.

A vízföldtani kutatás irányítási és koordinálási rendjének korszerűsítése érdekében:

- Ki kell dolgozni a vízföldtani kutatás tervezésének, jóváhagyásának, finanszírozásának, kivitelezésének, adatnyilvántartásának és a kutatások értékelésének komplex rendszerét minden érdekelt bevonásával és érdekegyeztetésével.
- El kell készíteni a térség közép- (hosszútávú) kutatási programját, amelyből évente egy koordinált kutatási tervet kell készíteni és végrehajtani.

Ebben meg kell határozni:

- a regionális megfigyelőhálózat bővítési, üzemeltetési és értékelési feladatait,
- az egyes területi és célkutatások indítékait, tartalmát és módszereit,
- a kutatások lefolytatásában és értékelésében való együttműködés személyi és tárgyi feltételeit,
- a kutatás költségeit és finanszírozásának megosztását.
- Ki kell dolgozni a megfigyeléseknek, méréseknek, vizsgálatoknak, az adatok áramlásának, nyilvántartásának és értékelésének egységes, korszerűsített technológiáját, továbbá a kutatási eszközök beszerzésének és üzemeltetésének maximális kihasználtságot biztosító módját.



- Működtetni kell egy olyan szakmai fórumot, ahol az érdekelt szakemberek továbbképzése, folyamatos tájékozottsága és véleménycseréje biztosított, elsősorban az új, korszerű módszerek elterjesztésében.

Az ismeretszerzés korszerűsítése érdekében:

- Fokozni kell a karsztrendszerrel felhalmozódott ismeretanyag általános bővítését, konkrétan:
  - a karsztvíztároló település-szerkezeti tulajdonságait,
  - a karsztvíztároló külső kapcsolatainak helyét és kommunikációs képességét (Kisalföld, Duna, Balaton-felvidék, Venczei térség, Nagyalpód),
  - a karsztvíztároló hidraulikai tulajdonságait (vízvezető és -tároló képességét),
  - a beszivárgás helyét, intenzitását, változékonyságát,
  - és nem utolsósorban a peremi termálrendszerek (Hévíz, Budapest) működési törvényszerűségeit, érzékenységek ill. zavartűrő képességük mértékét, összetevőit, megújuló képességük sebességét, határait.
- Korszerűsíteni kell a nyersanyagkutatást kísérő vízföldtani kutatásokat tagolási és módszertani értelemben:
  - A jelenlegi gyakorlattól eltérően a vízföldtani kutatások zömét célszerű a részletes fázisból a felderítő fázisba áthelyezni, illetőleg a kutatás folyamatos értékelése mellett olyan döntési csomópontokat képezni, amelyekben a továbbkutatás folytatását vagy esetleg leállítását lehet elhatározni a megszerzett vízföldtani ismeretek birtokában. Természetesen a vízföldtani ismeretek beépülnek a bányászati kockázatszámitás többi kockázati tényezői közé.
  - Bővíteni kell a karsztvíztároló helyi strukturális ill. azon belül a vízvezetési és tárolási tulajdonságainak megismerésére irányuló geofizikai és hidraulikai módszerek alkalmazását: karottázsvizsgálatok, pulzációs interferencia-vizsgálatok.
  - A karsztvíztároló hidraulikai tulajdonságainak valószínűségi természetéből következően növelni kell az értelmezhető vizsgálatok számát (pl. a nyeltes próbak gyakoriságának emelését), ugyanakkor egységesíteni, végső soron szabványosítani célszerű e vizsgálatok módját és értékelési szabályait és nem utolsósorban be kell vezetni az adatfeldolgozás és -értelmezés külföldön ismert és sikerrel alkalmazott geostatistikai módszereit.

A korszerűsítési folyamat sikerének — a fentiekben túlmenően — alapfeltétele a dunántúli-

középhegységi karsztrendszer egységes számítógépes információs rendszerének kialakítása és működtetése (kompatibilis adatbázisok rendszere, ezek „on-line” összekapcsolása) oly módon, hogy képes legyen

- az összes érdemleges vízföldtani információ tárolására,
- a karszt terhelésének és állapotváltozásának regisztrálására,
- és a nyersanyag műrevonási programok várható hatásainak (következményeinek) előrejelzésére.

#### 4. Összefoglalás

A Dunántúli-középhegység karsztrendszere állapotromlásának megállítása többértű feladatot ró a bányászatra:

- az eddig hozott és a közeljövőben végrehajtásra elhatározott ásványvagyon és állóeszközvagyon feláldozását teszik szükségessé,
- a további kényszerű áldozatok elkerülésére, ill. mérséklésére
  - ki kell dolgozni a bányabiztonsági, a vízgazdálkodás-biztonsági és a környezetbiztonsági követelményeket egyaránt kielégítő bányavízvédelmi eljárások technológiáját és fel kell tárni alkalmazási körüket: műveletkoncentrációra épülő lokális vízszintsüllesztés, közettömítés, visszatáplálás,
  - át kell értékelni a szén- és bauxitvagyon gazdasági teherviselő képességét az új bányavízvédelmi eljárások költségráfordításának ismeretében,
  - a műrevonás kockázatának csökkentése érdekében — figyelemmel az új bányavízvédelmi eljárások bevezetésének növekvő vízföldtani információigényére — korszerűsíteni kell a vízföldtani kutatásokat.

A vízföldtani kutatások korszerűsítésének ma meghatározó tartalma az alábbiak szerint taglalható:

- az irányítási és koordinálási rend átalakítása,
- a vízföldtani ismeretanyag általános bővítése, ill. egységes rendszerbe szervezése,
- a nyersanyagkutatásokat kísérő vízföldtani kutatások korszerűsítése
  - a kutatás fázisokhoz kötött tagolásának átalakítása,
  - a vizsgálati eszközök és eljárások, valamint értelmezési módszerek megújítása és lehetőség szerinti szabványosítása,
  - a dunántúli-középhegységi karsztrendszer egységes információs rendszerének kialakítása.



*The modernization of hydrogeological and mine dewatering researches in the Transdanubian Central Chain of Mountains*

In order to promote the regeneration of the main cavern (karstic) water system of the Transdanubian Central Chain of Mountains, which was damaged mainly by mine water raisings, these raisings are to be reduced, which is connected on the one hand with the closing of some mines and on the other hand demands the establishment of water protection systems of the newly opened mines which are sparing of the water reserves. For that purpose the explorations concerning hydrogeology and mine water protection to be built on these are to be extended and modernized.

*Модернизация исследований в области гидрогеологии и защиты рудников от водопритоков в Задунайском Среднегорье*

В интересах восстановления баланса системы карстовых вод Задунайского Среднегорья, который нарушен откачкой воды из рудников, необходимо понизить степень откачки. Это с одной стороны приведет к закрытию некоторых рудников, с другой стороны, в случае открытия новых рудников, требует организации защиты горных выработок от вод с экономным использованием запасов вод. В интересах этого необходимо расширять и модернизировать гидрогеологические исследования и основанную на них защиту горных выработок от притоков вод.



# A megbízhatóság és a bányászati kockázat aktuális kérdései a bauxitkutatás és bauxitbányászat területén\*

Szerzők kísérletet tettek a külszíni és bányabeli kutatás során nyert adatokból becsült természeti paraméterértékekhez, illetve modellekhez megbízhatósági mérőszámokat rendelni, a bányászati kockázat számszerűsítése, a fentiek meghatározási módszereinek kidolgozása eredményeként a bauxitkutatás, a bányatervezés és a bányaművelés során szükséges információk objektivitásának biztosítása.

A megbízhatóság növelése és a kockázat csökkentése a kutatás korszerűsítésével valósítható meg, ezért az a külszíni és bányabeli kutatás Információ szerzésének és -feldolgozásának fejlesztési irányait, problémáit is taglaljuk.

## Fogalmi magyarázatok:

Alapadatnak tekintjük a közvetlen mérési adatokat (pl. a fúrásban észlelt feküszint, fedőszint, összetevettség, fekü felszíni kibúvása, vegyelemzési adatok, stb.), a közvetett mérési adatokat (pl. geofizikai mérések) és az úgynevezett „lágy” adatokat (pl. csak szövegesen megfogalmazható földtani-bányászati ismeretek).

Információnak tekintjük az alapadatok halmazát + az ezekből logikai-matematikai úton létrehozott modellek összességét. Az alapadatokhoz minden esetben valamilyen mérési, (technikai) hiba tartozik: A modellalkotás hibája/megebízhatósága (becslési szórása) függ az alapadatok pontosságától, a modell hitelességétől és az elfogadott modell belső, matematikai törvényszerűségeiből következő megbízhatóságától.

A modellek földtani, bányaföldtani, technológiai, gazdasági stb. tartalmúak. A modellek hitelessége csak utólag a (letermelést követően) számszerűsíthető. A modell megbízhatóságához azonban már az értékelés során (általában) mérőszámot tudunk rendelni. Ezen mérőszámok, melyek magukban foglalják a mérési hibák hatását is, alapján számszerűsíthető — egyedi kalkulációval — a mindenkor bányászati kockázat.

\*A tanulmány Beke Imre, Erdélyi Tibor, Fekete István, Fodor Béla, Jankovics Bálint, Károly Gyula, Komlóssy György, Pikli Károly, Rapp Ferenc, R. Szabó István, Tóth Álmós (szerk. Fodor B., Tóth Á.): „A megbízhatóság és a bányászati kockázat kifejezésére alkalmas mérőszámok rendszereinek és megállapítási módjának kidolgozása a bauxitkutatás és bauxitbányászat területén” (Budapest, 1988. november, Magyarhoni Földtani Társulat, 94. oldal terjedelemben) című, az 1/1987. IpM-KFH utasítás végrehajtására létrehozott Operatív Bizottság szervezésében készült szakértői jelentés felhasználásával készült.

Felhasználtuk továbbá Bárdossy A., Fodor B., Juhász A., Kókai J., Pruzsina J., Tóth P. J., Virágh K.: „Az ásványi nyersanyagelőhely kutatása és értékelése korszerűsítésének elvi-módszertani alapjai” (Budapest, 1987. szept. Magyarhoni Földtani Társulat) c. tanulmányt.

Bányászati kockázat alatt egyértelműen gazdasági, pénzben kifejezett kockázatot értünk. Nem ellentmondás a biztonsági, bányabiztonsági kockázat léte; ez is megfogalmazható gazdasági fogalmakkal. A bányászati (gazdasági) kockázatot a tényleges termelési fázis előtt, a kutatás során is értelmezzük.

A megbízhatóság és a bányászati kockázat számítása alapvetően a független változókat feltételező matematikai statisztika és a függőség (a helyhez kötött paraméterek kovarianciájával) számoló úgynevezett geostatistika alapján történhet.

## Modellalkotás

Az ásványvagyon kutatása és bányászata a mindenkor rendelkezésre álló adatokból kiindulva valamilyen logikai, illetve matematikai modellek alapján történik.

A természeti paraméteres modellalkotás során a fúrási, geofizikai és „lágy” adatokat valamilyen becslő függvény (pl. lineáris graduálás, számtani átlag, inverz távolság négyzet, kovariancia függvény, stb.) segítségével „kiterjesztjük” a három dimenziós térben. A becslés valamilyen alkalmasan választott rácsháló pontjaira (pontbecslés) vagy térbeli cellákra (átlagérték-becslés) történik.

Így kapjuk a geometriai modelleket. E modelleket számítógépen tárolva és felhasználva paraméterenként digitális térmodellekről beszélünk. A modellek leképzése izovonalas térképek formájában (ezek a paraméterer-felületek megjelenítései), tömbtérképek formájában (pl. blokk-krigelési térkép) és számított adatokkal (pl. ásványvagyon mennyisége és minősége) történik.

## A természeti paraméter-modellek megbízhatósági mérőszámai

A megbízhatóságot a becslési szórással (illetve az ebből képzett konfidencia-intervallummal) jellemezzük. A becslési szórás mértékegysége megegyezik a vizsgált paraméter mértékegységével. A becslési szórásokat  $1\delta$  (68,27%) valószínűségi szinten állapítjuk meg.

A bányászati kockázattól függően magasabb valószínűségi szintet is alkalmazhatunk a konfi-



dencia sáv kialakításánál. Feltételezzük — ezt bauxitbányászati vizsgálatok is igazolják —, hogy a tényleges hibaeloszlás többnyire normális jellegű.

A becslési szórás (a becslött paraméterekhez hasonlóan), vonatkozhat tér-részre vagy pont-ra. Az első esetben a becslési szórás a nyersanyagtelep vagy környezete valamilyen méretű részére becslött átlagértékre vonatkozik.

Ide tartozik: az ásványvagyon mennyiségének és átlagminőségének becslési szórása krigelési tömbként, földtani (művelési) tömbönként, tömbcsoportonként, telepenként.

Mint ismeretes, a becslési szórás annál kisebb, minél nagyobb egységre vonatkozik. Ez az úgynevezett „support effect”, magyarul tömeghatás. Ebből következik, hogy csak azonos méretű egységek esetén lehet összehasonlítani, sorrendbe állítani a becslési szórásokat.

A második esetben a becslést valamilyen szabályos tér- vagy síkháló rácpontjaira végezzük, így a becslési szórás is a rácpontokra vonatkozik. Hasonlóan a rácpontokra becslött paraméter-értékekből előállított izovonalas térképekhez, a becslési szórások izovonalas térképeit is elkészítjük. Ebbe a csoportba tartozik a minőségi komponensek, az összlet fedőszint, az összlet feküszint, a vagyonba tartozó bauxit feküszintje, az összletvastagság, a vagyonba tartozó bauxitvastagság, egyéb határfelületek (pl. eocénrétegek felszíne stb.) becslési szórása, illetve konfidencia sávja.

A becslött paraméterfelületeket és a becslési szórás-felületeket a bányászati tervezésnél együtt kell kezelni.

A paraméterértékek becslését meg kell előznie az alapadatok klasszikus statisztikai értékelése. A hisztogramok vizsgálatából eldönthető, hogy az alapadatok egy vagy több populációba tartoznak (pl. genetikai különbség, tektonikai egységek, stb.). Több populáció esetén az alapadatokat az összetartozó egységenként kell csoportosítani. E csoportokra külön-külön történik a hagyományos vagy a geostatisztikai becslés, valamint a becslési szórás megállapítása.

Első lépés annak megállapítása, hogy a minták (alapadatok) egymástól függetlennek tekinthetők-e. Ezt valamennyi paraméter (feküszint, fedőszint, vastagság, minőségi komponensek, stb.) esetén a fél-variogram vizsgálatokkal [ $\gamma$ , (h) függvények meghatározása] végezzük.

Amennyiben a fél-variogramok azt mutatják, hogy a minták (pl. fúrások) között van kovariancia, azaz a  $\gamma$  (h)-nak van felmenő ága, küszöbértéke és hatástávolsága, a minták nem függetlenek. Ebben az esetben a paraméter becslését fél-variogram modellillesztés után geostatisztikai módszerrel (krigeléssel) hajtjuk végre. Amennyiben, főleg működő bányáknál, nagy mennyiségű kutatási adat áll rendelkezésre, a krigelés helyett a hagyományos módszerekkel számolunk.

Irányonként számolva fél-variogramokat, meghatározzuk az esetleges anizotrópiát, kutatás közben ennek megfelelően alakítjuk a kutatási hálót. A számítás a paraméter várható ér-

tékén kívül — helyhez kötötten — szolgáltatja a becslési szórást is. Vonatkozik ez a vagyonra, az átlagminőségre és a paraméter-felületek pontjaira.

Amennyiben a fél-variogramok alapján az tűnik ki, hogy a minták között nincs kovariancia [ $\gamma$  (h) nugget effect modellel közelíthető], akkor a minták függetlenek. Függetlenség esetén a konfidencia-intervallumot elvileg a matematikai statisztika-módszereivel határozhatjuk meg akkor, ha a minták azonos populációból származnak.

Ebben az esetben a hagyományos számítási módszerek egy részében a tér-részekre vonatkozó átlagértékek megbízhatóságát tudjuk számszerűsíteni. Nem tudjuk viszont meghatározni a rácsáló pontokra (illetve bármilyen pontra) történő becslés megbízhatóságát, mivel a becslő függvényt (lineáris graduálás, inverz távolság, inverz távolságnégyszet, stb.) önkényesen — bár szakmai intuíciók alapján — vettük fel. Hivatkozott tanulmány részletesen elemezte a kutatás és bányászat mérési technikai hibáit a vastagságmérés, vegyelemzések, geodézia, lyukferdeség, stb. vonatkozásában. Az anyagrész közlésétől — terjedelme miatt — jelen cikkben eltekintünk.

#### *A bányászati kockázat számszerűsítése*

A bauxitprognózis-kutatás-bányalelétesítés-bányászat-bányabezárás folyamatában a döntések kockázata gazdasági kategória.

A kockázat a potenciális eredmény (in situ érték) elmaradását jelenti. A döntés során kockáztatjuk a tervezett ráfordítást is. A tervezett ráfordítások realizálása a potenciális eredményt, illetve az in situ értéket növeli, beépül azokba. A kockázat magában foglalja a belső és külgazdasági feltételek hatását is (pl. világpiaci ár, kamatláb, stb. illetve ezeknek az értékre és a költségre gyakorolt hatását.)

A kutatási-elsajátítási döntések kockázatnak elvi kérdéseit „Az ásványi nyersanyag-lelőhelyek kutatása és értékelése korszerűsítésének elvi-módszertani alapjai” című már idézett anyag tartalmazza. Jelen anyagban a bauxitbánya-tervezés és a műveléstervezés megbízhatóságra vonatkozó követelményrendszerével foglalkozunk. A nyersanyag kitermelési módjának (mélyművelés, külfejtés) illetve a ki nem termelésnek eldöntéséhez szükséges paraméterek: minőségi komponensek, bauxitvagyon, bauxitvastagság, fedővastagság, fedő kőzet-mechanikai paraméterei, vízföldtani helyzet.

Mivel a döntés gazdaságkategória, a paraméterek „élességét” is az adott gazdasági helyzet határozza meg. Véleményünk szerint a mennyiség és minőség bizonytalanságából származó legkedvezőtlenebb árbevételnek is fedezni kell a kutatás, a letakarítás, illetve bányanyitás és a termelés legkedvezőtlenebb költségeit is.

Amennyiben a gazdaságossági számítások alapján a nyersanyag kitermelése az adott



helyzetben nem gazdaságos (pl. mélység, víz-emelés, stb.) és ennek eldöntésére már elegendő adat áll rendelkezésre, akkor a kutatást mindaddig szüneteltetni kell, míg a kitermelés nem válik gazdaságossá.

Minden esetben igaz, hogy a fúrási, illetve kutatási volumen és költség növekedésével a feltérési, fejteselőkészítési tevékenység gazdasági kockázatának csökkenése áll szemben.

Javasoljuk, hogy a részletes kutatási fázis lezárásának legyen feltétele a kockázatvállaló (pl. bányavállalat) konkrét vizsgálata és nyilatkozata arról, hogy a megbízhatóság kielégíti a bányatervezés és feltérési igényeit. Csak ezen nyilatkozat birtokában kerülhessen sor a Földtani Hatóság Igazolás kiadására.

Mivel minden telep, illetve tervezett bányászati koncentráció esetén egyedi vizsgálat szükséges, nyilvánvaló, hogy egységes „igénytáblázat” nem adható meg.

Az egyedi vizsgálat hatékonyságát növeli a krigelés alkalmazása, ugyanis további fúrások számítógépes szimulációjával meghatározható, hogy pótlólagos fúrások lemélyítése esetén milyen mértékben csökken a becslési szórás. Az adott feladat jellege dönti el, hogy milyen valószínűségi szintet alkalmazunk ( $1\delta = 68,27\%$ ;  $2\delta = 95,45\%$ ).

Javasoljuk továbbá, hogy a zárójelentésekhez a problémáktól függően készüljön bányabiztonsági fejezet is.

#### *A kutatás és az értékeléskorszerűsítés kérdései*

A bányászati vállalkozás folyamatában (amely a nyersanyag-lelőhely földterítésétől a lelőhely kimerüléséig tart) önmagukban is folytonosan változó s egymásba is átmenő modellek sorozatával dolgozunk.

A földtani, a kutatási, a beruházási, a termelési modell(ek) bizonytalansági fokát hivatott csökkenteni az információk számát és értékét növelő földtani-bányászati kutatás, illetve az információk kapcsolatrendszerét tisztázó információ-feldolgozás, azaz az értékelés.

Az alábbiakban csak alapelveket rögzítünk, ahol feltétlenül szükséges, rövid magyarázatokkal.

#### *A korszerűsítés elvi kérdései*

A kutatástervezés, -ellenőrzés jelenlegi, igaz ma már többnyire csak formálisan létező, centralizált, a direkt utasítás és a gazdasági befolyásolás eszközeit egyaránt alkalmazó rendszerét alapvetően meg kell változtatni. Kíváncsunk, hogy az állam csak az adó eszközével befolyásolja a folyamatokat.

A kutatás jelenlegi, sokfázisú rendszerét meg kell szüntetni. Az alapkutatás állami feladatkörén kívül a földtani nyersanyag-kutatás két szakaszát célszerű megkülönböztetni (számos fejlett ország gyakorlatával megegyezően). E

két szakasz a prospekció (lelőhely-felderítés) és az exploráció (lelőhely-megkutatás).

Ez — természetszerűleg — magával vonja a fázishatárokhöz rendelt megkutatottság-ismertességi követelményrendszer megszűnését is.

A kutatás szükséges és lehetséges szintjét, a földtani, a bányászati és a gazdasági tényezők együttes komplex elemzése (pl. kockázatanalízis) révén a kutatási finanszírozó szerv kell meghatározza, s nem központi előírások.

A kutatás/értékelés jelenlegi különválasztottságát fokozatosan meg kell szüntetni, s folyamatos, a kutatással lépést tartó, a döntéseket érdemben befolyásolni tudó számítógépes értékelő-irányító rendszert kell kialakítani.

#### *A kutatás módszertani kérdései*

Az alábbiakban a nyersanyag-kutatás két egymást követő megjelenési formájának a földtani, és a bányászati kutatásnak a kérdéseivel foglalkozunk. A nyersanyag-feldolgozhatóság (értékesíthetőség) és a kitermelhetőség vízföldtani meghatározottsága kérdéskörét nem érintjük. Ez utóbbival Szilágyi G., Vizy B. jelen számban foglalt cikke részletesen foglalkozik. Hasonlóképpen nem térünk ki az alap- és az alkalmazott kutatás határmezsgyéjén „mozgó” földtani anyagvizsgálat számos problémájára.

Külön vizsgáljuk a felszíni és a bányászati kutatás/értékelés kérdéskörét, tudván, hogy szétválasztásuk mesterkélt.

#### *Felszíni kutatás*

Feladata: a keresett nyersanyag kimutatása (exploráció), a készlet mennyiségének, minőségének és geometriai paramétereinek kellő megbízhatóságú meghatározása, a szükséges adatok biztosítása a bányászati feltérési rendszer megtervezéséhez, a feldolgozhatóság megállapításához.

A kutatás elve és gyakorlata évtizedek alatt formálódott olyanná, amilyen ma, s jelentős különbségeket mutat térben s időben. A jövőbeni kutatás számára a következő alapelveket tartjuk követendőnek:

#### *A kutatás prospekciós szakaszában:*

A fúrások telepítése előtt a lehető legmélyebben elemezni kell a földtani tényezőket, igénybe véve a modern technikai (űr-, légi felvételek, légi-, földi geofizikai) és a klasszikus módszerek (földtani-, geomorfológiai térkép, korábbi fúrások, s egyéb mesterséges feltérások) adta lehetőségeket. A prognosztikai elemző módszereket, lehetőségeket külön cikkben ismertetjük (Haas J., Tóth Á.).

Törekedni kell arra, hogy a fúrásoknak a jelenleginél nagyobb aránya legyen karottálva, a jelenleginél teljesebb, a lehető összes litológiai,



fizikai jellemző meghatározására alkalmas módon.

A kutatás *explorációs* szakaszában:

A telepek „teljes” megkutatása csak a bányászati beruházási koncepcionálási döntések után történjen meg, a bányászati szakemberekkel való állandó, akár pontokra lebontott egyeztetéssel. E szakaszban — ahol az lehetséges — előzetes geostatistikai elemzések alapján történjék a fúrások telepítése. Fontos, hogy a fúrópontok mindig a legbizonytalanabb helyre kerüljenek. Ez természetesen a jelenlegi, többé-kevésbé szabályos fúrási hálózat szerinti telepítési elv föladását jelentené. A folyamatos adatfeldolgozás révén lehetővé válna a valamilyen paraméter szerinti kitüntetett irányok kimutatása, s mind az alul-, mind a túlkutatás elkerülhető. A kutatás sűrűségét végső soron a bányászat szemszögéből dominánsnak tekintett paraméter-bebecslési szórása kell meghatározni.

A teljes szelvénnel, illetve a maggal mélyített fúrások geometriailag logikus rendszerét kell kialakítani, összehangolva a karotázs-kijelöléssel.

A bányászatban alkalmazott újabb fejtési rendszerek főleg a fedőszint korábbinál pontosabb (dm-es) meghatározását igénylik. Ez egyrészt a karotázsmérésektől, másrészt a magkizozatal további javulásától várható.

Megfontolandó a nagyobb információsűrűséget kisátmérőjű (tehát olcsóbb!) fúrások sűrűbb telepítésével elérni. A kis mintaátmérő is többnyire elegendő mintamennyiséget szolgáltat az alapvető vizsgálatok elvégzéséhez.

*A felszíni geofizika szerepe, lehetőségei*

A bauxitkutatásban már régóta használják a felszíni geofizikai módszerek klasszikus változatait: a gravitációs és a szeizmikus módszereket, mindkettőt a közepes és nagyobb mélység esetén, a nagyobb felbontóképességű módszerek telepítésének előkészítésére. A szeizmikus módszerek terén a 80-as évek elejéig a refrakciós módszerek voltak elsősorban használatban. Ezután történtek a kísérletek a nagyobb felbontóképességű többszörös fedésű reflexiós mérések bevezetésére, főleg a vastag, laza, többretegű üledékes összletek tagolására. Az eocén mészkő „árnyékoló” összlettel fedett térségek kutatására fejlesztették ki a fúrásfelszíni és a fúrás-fúrás egyenáramú térképező módszereket (FFG és BFG), majd a TURAM többfrekvenciás térképező eljárást. A 80-as évek elejétől alkalmazzák a Maxi-Probe elektromágneses frekvenciaszondázó berendezést. E módszer nagy vertikális felbontóképességével különösen alkalmasnak bizonyult a bauxitkutatás sajátos feladatai megoldására.

A ma már körvonalazódó fejlesztési lehetőségek (részben már kipróbálás alatt):

*A másodlagos fedőjű, sekély területek esetén:*

Komplex légigeofizikai mérési-feldolgozási-értelmezési módszeregyüttes, amely a 2—60 méteres mélységben települő bauxittároló szerkezetek kutatásának meggyorsítására nyújt lehetőséget (osztrák—magyar kooperáció), kiegészítve.

Olyan (kismélységű új felszíni geofizikai) módszer- és a műszeregyüttes, amely a légigeofizikai mérések várhatóan nagyszámú anomáliáinak földi azonosítására, körülhatárolására és osztályozására szolgál.

*Elsődleges, mészkő fedőjű területek esetén*

Az elektromágneses frekvenciaszondázáshoz valódi fajlagos ellenállást meghatározó eljárást kell kidolgozni. A kapott rétegekhez fajlagos ellenállás rendelésével az értelmezés minőségének jelentős növekedése remélhető. A tranziens elektromágneses módszer TURAM rendszerű térképező változatának kifejlesztésével az „árnyékoló” mészkővel fedett területek térképezését kell megoldani.

A fúrások közötti térrészek egyenáramú mérési módszereinek (FFG, BFG) továbbfejlesztésénél elsősorban az értelmezést zavaró hatások (pl. erősen változó topográfia) kiszűrése fontos, de foglalkoznak új mérési elrendezések alkalmazásának, a geoelektromos tomográfia megvalósításának lehetőségével is.

*A szeizmikus módszer- és műszerkomplexum kialakítása terén:* sekélyszeizmikus (elsősorban reflexiós) metodika és eszközállomány kifejlesztésével az eddiginél gyorsabban lesz lehetőség a megbízható, részletes információadásra (és így a szeizmika bekapcsolódása felderítő-részletes kutatási fázisokra).

A vertikális szeizmikus szelvényezés (VSP) bevezetését tervezik a bauxitkutatásba. A hagyományos migrált időszelvények helyett mélység-szelvények előállítása várható.

A 3D mérések alkalmazására is sor kerülhet a bauxitkutatás felderítő-részletes fázisában.

*A mélyfúrás geofizikai lehetőségei*

A karotázs módszerfejlesztés fontos állomása a SiO<sub>2</sub>-tartalom meghatározása lesz, amely alapján a modul számítására is lehetőség nyílik. A maghiányos bauxitszakaszok minősítése is megvalósíthatóvá válik ismételt mintavétel nélkül. A sekélykutatásokhoz kapcsolódó karotázs tevékenység metodikáját, eszközeit külön fejlesztési téma keretében kell a következő években vizsgálni.

1988-ban a rádióhullámú átvilágítás módszert is kipróbálták (kinai—magyar együttműködés keretében) két fúrás közötti (30—60 m) térrész vizsgálatára. A két bauxitos fúrás kö-



zötti dolomit „gerinc” elhelyezkedése a fúrás-párban mért ún. csillapodási görbék elhajlása alapján határozható meg. A módszer eredményeket ígér.

### *Bányabeli, termelési kutatás*

A termelési kutatás a működő bányákban végzett földtani kutató tevékenység. Célja az ásványvagyon mennyiségére, térbeli elhelyezkedésére, minőségi megoszlására vonatkozó adatoknak a termelést (mindenkor) megelőzően való biztosítása (illetve ezen paraméterek megbízhatóságának meghatározása).

Kiemelt feladat a bauxittelep és kísérő közei határfelületének geofizikai leképzése. Egyre fontosabb a helyi vízvédelmi, hidrogeológiai adatok mind teljesebb körű ismerete. Fontos feladat a létesítendő bányatértség körül kialakítható, vagy meglévő védőövezet meghatározásához a karbonátos tárolóközet nagy vízádóképességű helyeinek bemérése és ezek rangsorolása. Fontos az érc kísérő közei fizikai-közeti szerkezeti tulajdonságainak térbeli (és időbeli) változásának mérése is.

E feladatok elvégzésére eszközpark még nem — illetve alig — áll a bányászat rendelkezésére. Az elvégzett bányageofizikai mérések bizonyos reményekre jogosítanak, de feltehetően új eszközöket (pl. georadar) is „be kell vetni”.

Kiemelt fontosságú lenne a bauxit minőségének megállapítására a jelenlegi gyakorlat helyett kis átmérőjű geofizikai szondák alkalmazása.

### *Az információ-feldolgozás Felszíni bauxitkutatás*

A keletkező információmennyiséget érzékel-  
tetik az alábbiak. Évente 120—130 km-nyi fel-  
színi fúrás mélyül le. Ez 800—900 db fúrást je-  
lent. Az évente keletkező, rendszeresen föl-  
használt és egzakt információtartalommal bíró  
alapadatok száma néhány százezerre tehető.  
Ebben nem szerepelnek a karotázs, a távérzé-  
kelési módszerek, a felszíni geofizikai vizsgá-  
latok hasonlóképpen sokszázazres, részben ki-  
értékelt, részben konzervált alapadatai.

A jelen bauxitkutatási technológia szerint a földtani (fúrási), a geofizikai és a földtani in-  
formációk egyeztetés és összedolgozás nélkül  
tárolódnak egészen a zárójelentés elkészítéséig  
(esetenként ez több évet is jelenthet). A szük-  
séges feltételek megteremtése után szükséges-  
nek tartjuk, hogy egy-egy fúrás karottálásának  
befejezésétől számított néhány napon belül tör-  
ténjék meg a fúrási és a geofizikai adatok ös-  
szedolgozása.

A 70-es évek végén a bauxitbányászat meg-  
kezde egy bauxitföldtani információs rendszer  
kiépítését. Ennek egyik alrendszere: a bauxit-  
vagyon információs rendszer 1979 óta műkö-  
dik. Folyamatban van a kutatási alrendszer ki-  
alakítása is.

A geostatisztikai értékelések egyértelműen  
igazolták a bauxitkutatásban-bauxitbányász-  
tatban való alkalmazhatóságukat. A bauxittel-  
lepek legfontosabb paraméterei (bauxitvastagság, a  
fekü és a fedő felszíne, az  $Al_2O_3$  és a  $SiO_2$  tar-  
talma, esetenként egyéb alkotók) értékének  
előrejelzését, készletszámítást, minőség/mennyi-  
ség görbék megszerkesztését végezték el vele.  
Folyamatban van egy kísérlet a közvetlen ku-  
tatásirányításban való alkalmazására. Ehhez a  
legfontosabb paraméterek krigelési szórás-  
térképe nyújt segítséget: a legnagyobb bizonytalan-  
ságú helyek kijelölik a kiegészítő további fú-  
rások helyét.

### *Készletszámítási módszerek*

A kutatás korai szakaszában az értékeléshez  
nem áll rendelkezésre a geostatisztikai feldol-  
gozásokhoz szükséges számú alapadat, ezért a  
hagyományos módszereket alkalmazzuk.

Így a lencsés-töbrös és rétegszerű telepnél a  
földtani tömbmódszert, és az izopach (vastagság-  
vonalas) módszert a mélytöbrös és a tektoni-  
kus-árkos telepeknél (pl. Iharkút) a földtani  
tömbmódszert és a függőleges szeletek módszer-  
ét javasoljuk alkalmazni a kutatás e fázisában.

A részletes kutatási fázis értékelésénél, lehe-  
tőleg minden paraméterre, a geostatisztikai  
módszereket (krigelés) kellene alkalmazni,  
amennyiben azt az adatsűrűség és a változé-  
konyság lehetővé teszi. Ha nem a geostatiszti-  
kai módszereket használjuk, akkor lencsés-  
töbrös és rétegszerű telepeknél a földtani tömb-  
módszert, az izopachmódszert és a vízszintes  
szeletek módszerét javasoljuk alkalmazni. A  
mélytöbrös és a tektonikus-árkos telepeknél a  
földtani tömbmódszer, a függőleges szeletek  
módszerének használatát tartjuk célszerűnek.

Ellenőrző készletszámítás a számítógépes  
készletszámítások elterjedésével feleslegessé  
vált. A gyakorlat az, hogy azoknak a terület-  
egységeknek a készlete, melyet sok adatból  
számolnak, igazolást nyer az ellenőrző készlet-  
számítással. Azokban az esetekben, amikor a  
készleteket csak néhány fúrásból határozták  
meg, a készlet mennyisége egyértelműen a vá-  
lasztott módszertől függ. Ilyenkor igen nagy  
mennyiségben — akár +20—25%-os eltérés is  
mutakozhat. Ez viszont nem az alapkészlet-  
számítás hibája. A vonatkozó előírások viszont  
csak +5% eltérést engedélyeznek. Követke-  
zőképpen az alapkészletszámítási módszert  
kell helyesen megválasztani és ehhez konkrét  
megbízhatóságot rendelni.

### *Bányászati kutatás*

A vágatok tervezése szempontjából nagy se-  
gítséget ad és adhat, ha ismerjük az adott te-  
rület megbízhatóságára jellemző (pl. krigelés  
esetén szórás) értékeit. Ezen értékek feltün-  
tésére nagyon jól használhatók a megbízható-  
ság izovonalas térképek.



Ma már egyre fokozódó az üzemi igény a számítógépes bányatervezéshez szükséges adat-szolgáltatás iránt. Ez a jövőben annyit kell jelentsen, hogy a fúróterképek és a fúrési naplók számítógépes adatállományai kerüljenek el az üzemekhez (vállalatokhoz) valamilyen adathordozón (lemez, szalag stb.). Ha ez megtörténne, akkor felgyorsítható lenne a bányatervezések számítógépes módszerrel történő (vágatok, szelvények, minőségek, mennyiségek stb.) adatfeldolgozása. Természetesen az így előállított adatállományok a bányabeli kutatások adataival tovább bővítenők és pontosítandók.

Bányatervezések során (gyakorlati tapasztalat igazolta) jól alkalmazhatóak a *krigelési alapterképek* és az ezekből szerkesztett *számítógépes izovonalas térképek*. Rendkívüli módon leegyszerűsíti a bányatervezési munkákat és mindamellett sokkal körültekintőbben és több információ birtokában lehet elkészíteni az adott terület leművelési tervét.

A mai bauxitkutatási-értékelési gyakorlatban ugyan van rá példa, de általánosan nem elterjedt, viszont a gyorsan változó gazdasági érdekek sürgetik, hogy a készleteket minőség függvényében (vagy szennyezőanyag-koncentráció függvényében) több változatban adják meg.

Világos, hogy ezt csak ott lehet megadni, ahol erre a művelési módok lehetőséget adnak, illetve ott, ahol ezt a bauxit teleptani sajátosságai (elemozslása) lehetővé teszi. Ugyanígy változatokat lehet, illetve kell kidolgozni a vízmélység függvényében, amikor a vízemelés költségét akár méterenkénti bontásban is meg lehet adni, szembeállítva a felszabaduló bauxit mennyiségével. Igaz, a tömbüzemi költségben szerepel a vízemelési költség, végső soron tehát a művelési minősítésben ez elvileg kifejezésre jut, de a gyakorlat ezzel szemben az, hogy a gazdasági érdekek folytonos változásával a készleteket állandóan újabb és újabb szempontok szerint újra kell értékelni, illetve becsülni.

A készletvariánsok elkészítésére már csak azért is szükség van, hogy a földtani zárójelentés lezárása, a készlet jóváhagyása után mód legyen arra, hogy az iparág (végső soron a nemzetgazdaság) érdekeinek leginkább megfelelő döntéseket lehessen meghozni, erre pedig akkor van mód, ha választékokat tudunk a döntéshozók számára biztosítani.

### *Számítógépes adatbázis, számítógépes kutatás-irányítás*

A fejlett országok elmúlt másfél évtizedes tapasztalatai, amit a nagy rendszerek programozási nehézségei állítottak előtérbe, azt mutatják, hogy a hierarchikusan szervezett nagy rendszerek nem életképesek. Az utóbbi években a fejlődés egyértelműen az ún. kooperatív adatbázis-kezelő rendszerek kiépítése irányában történt. Ezekre az jellemző többek között, hogy nincs központi irányítás, minden önálló egység

a többivel közvetlen kapcsolatban van (tehát nincs központi adatbázis), saját adataikat maguk tárolják, a helyileg keletkezett információt maguk dolgozzák föl, s mérettől függetlenül egyenrangú részekből épül föl.

Javasoljuk tehát, hogy a MAT bauxitbányászati kooperatív adatbázis-kezelő rendszert építsen ki. Ennek tagjai a bányák önálló bányaföldtani rendszere, a MAT-központ geostatistikai, illetve a bauxitmérleg-rendszere, a BKV központi, illetve a kutatófúró-csoportok önálló területi kutatásirányítási-információs rendszere, valamint az ALUTERV—FKI bányatervezési, vízföldtani anyagvizsgálati rendszere lehetnének. A rendszerhez célszerű csatlakoztatni az ELGI továbbfejlesztendő KIR-kutatásirányítási rendszerét s idővel más földtani kutatással foglalkozó intézmények önálló adatbázisát.

A már kialakított földtani leírórendszer és adatbázis módosítására időközben felmerült igények rugalmas kielégítésére megfelelő eljárást kell kialakítani. Többfajta, a különböző felhasználók által igényelt lekérdező rendszerre van szükség.

Végezetül hangsúlyozzuk, hogy a „kutatás-korszerűsítés” legnagyobb eredménye az lenne, ha általa a kutatás és az értékelés erőszakolt különválasztottsága megszűnne. Sem kutatás-korszerűsítés nem végezhető értékelés, korszerűsítés nélkül, sem fordítva.

Fodor, Béla—Tóth, Álmos:

### *Timely problems of reliability and mining risk in the field of prospecting and mining of bauxite*

The authors attempted to co-ordinate index numbers of reliability with the natural parameter values and models estimated on the basis of data gained during explorations on the surface and within the mines. As a result of making the mining risk numerical, of the elaboration of the determination methods of the above-mentioned, it is possible to make objective the informations necessary for the prospecting for bauxite, mine planning and mine working.

The strengthening of reliability and the reduction of the risk can be achieved by the modernization of the exploration, for that reason the article deals also with the development trends and problems of getting informations and of processing concerning the exploration on the surface and within the mines.

Бела Фодор—Алмош Тоот

### *Актуальные вопросы надежности и риска поисков, разведки и эксплуатации бокситовых месторождений*

Авторами сделана попытка на основании данных, полученных в процессе наземной и подземной разведки, найти количественное выражение надежности приближенным природным параметрам, или моделям, то-есть найти численное выражение риску добычи, как результата разработки выше указанных способов для обеспечения объективности информации при проведении поисково-разведочных работ, проектировании рудников и горной добычи бокситов.

Повышение надежности или снижение риска можно достигнуть усовершенствованием геологоразведочных работ, поэтому рассматриваются основные направления совершенствования сбора и обработки данных в процессе проведения наземных и подземных разведочных работ.



# Geostatistikai vizsgálatok a dubicsányi kőszénterületen

A tanulmány összefoglalja a dubicsányi kőszénterületen végzett geostatistikai vizsgálatok eredményeit. Beszámol az adatbázis kialakításáról, a telepparaméterek eloszlásának és félvariogramjainak számításáról a regressziós kapcsolatok felderítéséről, a paraméterek lineáris becsléséről és a szénvagyon számításáról, valamint a feldolgozás eredményeinek földtani értékeléséről.

Az ásványi nyersanyaglelőhelyek kutatásának és értékelésének korszerűsítésére a Központi Földtani Hivatal több mintaterület újszerű geomatematikai feldolgozását kezdeményezte. Ezek egyike a dubicsányi kőszénterület.

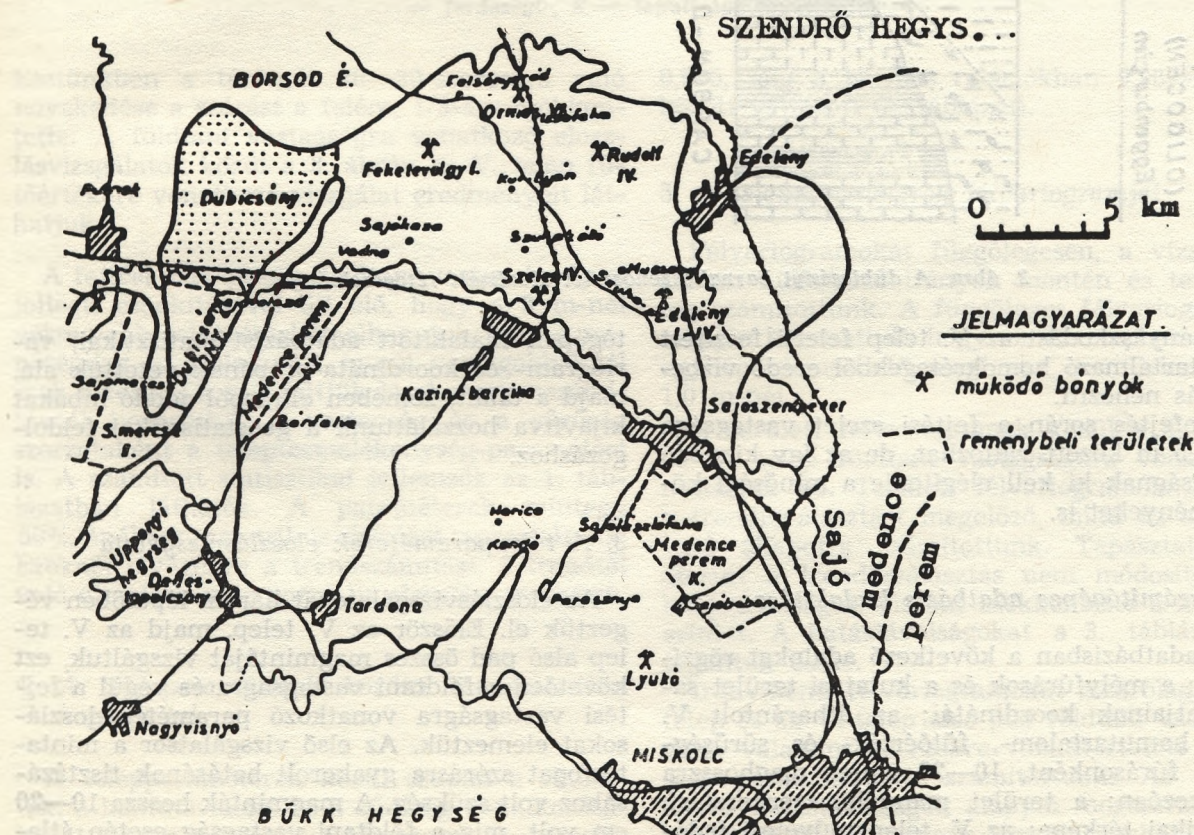
## 1. A dubicsányi kőszénterület földtani jellemzői

A dubicsányi kőszénterület Miskolctól ÉNY-ra, Putnok és Kazincbarcika között helyezkedik el (1. ábra). A terület idealizált rétegszelvényét a 2. ábra szemlélteti.

A kőszénteles csoport felső része lepusztult, így a területen csak két szénteleg található. Ipari szempontból csak az egész területen kifejlődött V. telep vehető számításba. A telep kifejlődése alapján egy felső és egy alsó padra osztható. A felső pad minősége jobb, míg az alsó padé nem éri el az ipari hasznosíthatóság feltételét. A kőszénteleg elmeddülését csaknem minden irányban lepusztulás okozza, csak ÉK-en Fekete-völgy és D-en Sajóvezerd felé nyomozható a folytatódása.

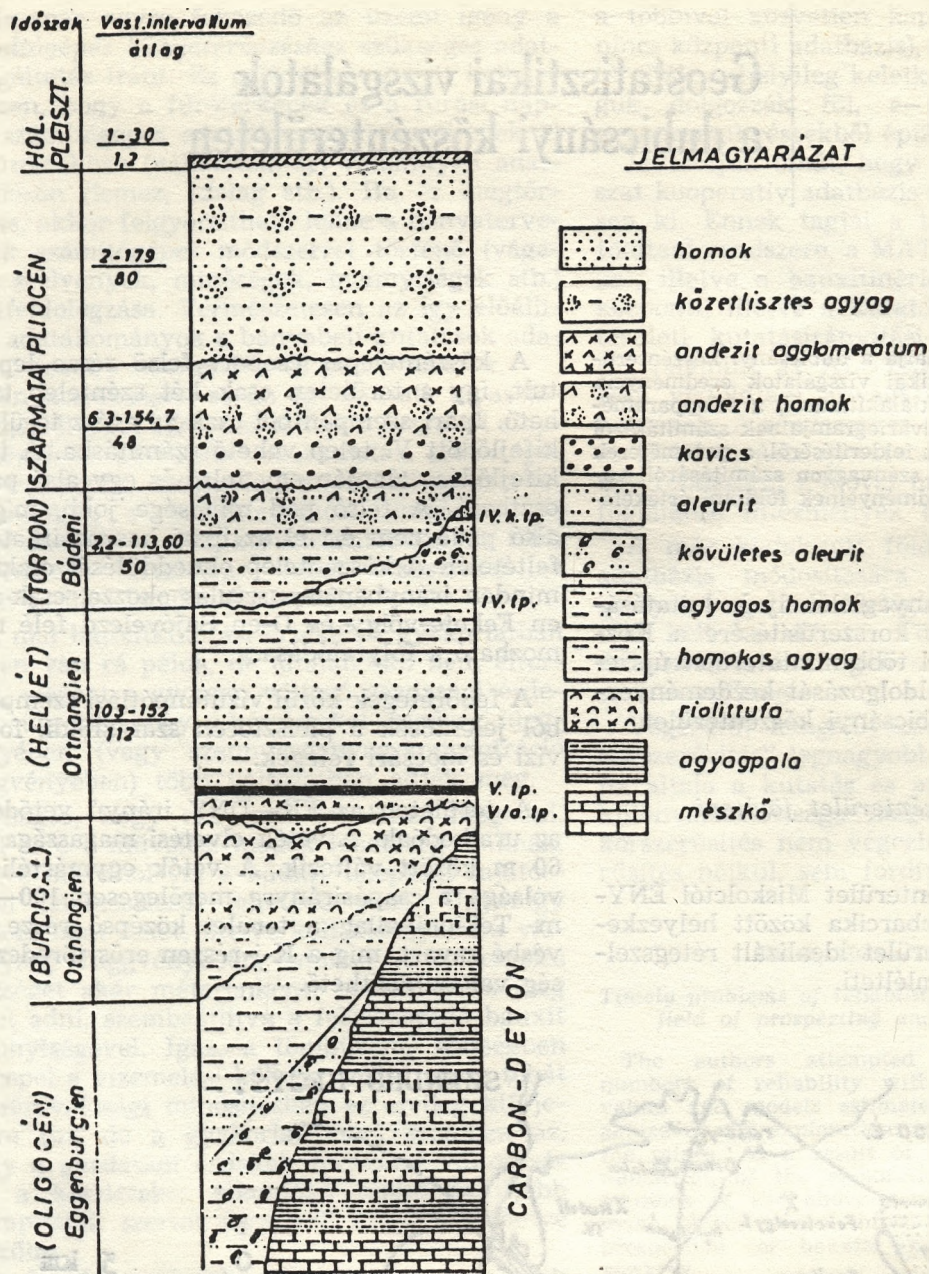
A fedőrétegek közül vízutánpótlási szempontból jelentősek a pleisztocén szárazföldi, folyóvízi és mocsári rétegek.

A területen az ÉK—DNY irányú vetődések az uralkodóak. A vetők elvetési magassága 5—60 m között változik. A vetők egymástól távolsága a csapásirányra merőlegesen 100—900 m. Tektonikailag a terület középső része kevésbé zavart, míg a K-i részen erős töredezettség valószínűsíthető.



1. ábra. A dubicsányi kőszénterület földrajzi elhelyezkedése





2. ábra. A dubicsányi barnakőszénösszlet idealizált rétegszelvénye

A bányászkozást az V. telep feletti feszített vizet tartalmazó homokrétegekből eredő vízbeáramlás nehezíti.

A lefejtés során a fejtési szelet vastagsága 3,0—4,5 m között változhat, de az így kiadódó vastagságnak ki kell elégítenie a minőségi követelményeket is.

## 2. A számítógépes adatbázis kialakítása

Az adatbázisban a következő adatokat rögzítettük: a mélyfúrások és a kutatási terület sarokpontjainak koordinátái; az átharántolt V. telep hamutartalom-, fűtőérték- és sűrűségadatai fúrásoként, 10—20 cm-es maghosszra vonatkozóan; a terület manuális szerkesztésű tektonikai térképe; az V. telep művelési fedő- és fekvésintje fúrásoként. Az IBM AT számítógépes adatbázist statisztikai, variogram- és koordináta-próbának vetettük alá, majd a talált, zömében elírásból adódó hibákat kijavítva hozzáálltunk a geostatistikai feldolgozáshoz.

tógépen kialakított adatbázist statisztikai, variogram- és koordináta-próbának vetettük alá, majd a talált, zömében elírásból adódó hibákat kijavítva hozzáálltunk a geostatistikai feldolgozáshoz.

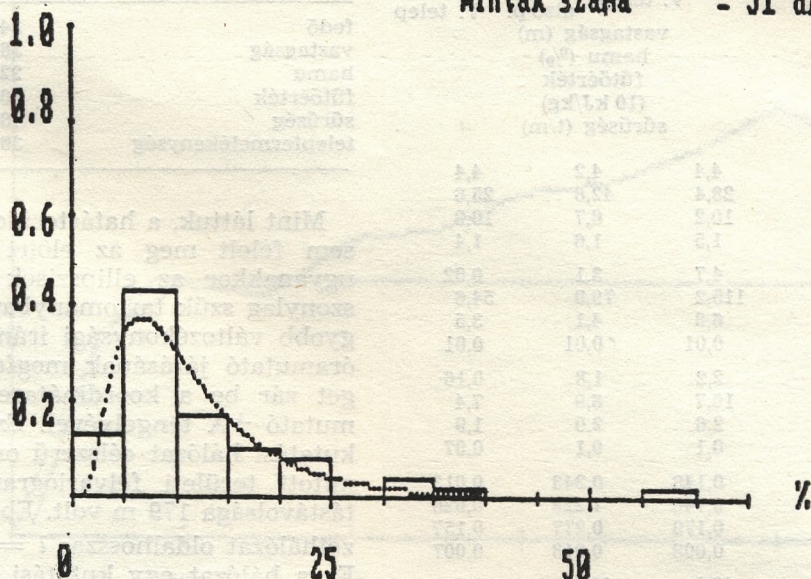
## 3. A telepparaméterek eloszlásvizsgálata

Az eloszlásvizsgálatokat három lépcsőben végeztük el. Először az V. telep, majd az V. telep alsó pad összes magmintáját vizsgáltuk, ezt követően a földtani vastagságra és végül a fejtési vastagságra vonatkozó paraméter-eloszlásokat elemeztük. Az első vizsgálatok a mintaterfogot szórásra gyakorolt hatásának tisztázásához volt szükség. A magminták hossza 10—20 cm volt, míg a földtani vastagság esetén átlagosan 4,4 m-es maghosszal kellett számolnunk.



# **LENCSEHEGY 1. TELEP** **HAMUTARTALOM** közelites lognormalis eloszlassal

atlagertek = 12.20265  
 szorasnegyzet = 75.16402  
 szoras = 8.669719  
 atlagertek szorasa = 1.214003  
 variacios tenyezo = 69.75275 %  
 mintak szama = 51 db



Kolmogorov probával 95 %-os szinten elfogadva  $A = 2.411659$   
 Khi-negyzet probával 95 %-os szinten elfogadva  $E = 6.653129$   
 $v_1 = 12.42921$   $u_2 = 98.12714$   $u_3 = 2344.227$   $u_4 = 92949.34$

3. ábra. Dubicsány V. telep földtani összletére vonatkozó fűtőérték empirikus és elméleti sűrűségfüggvénye ( $V_1$  = első kezdő momentum;  $U_2, U_3, U_4$  = második, harmadik, negyedik centrális momentum;  $A$  = ferdeségi-,  $E$  = lapultsági együttható)

Esetünkben a térfogat 20—30-szorosára való növekedése a szórást a felére, 1/3-ára csökkentette. A földtani vastagságra vonatkozó eloszlásvizsgálatok közül a 3. ábrán az V. telep fűtőértékére vonatkozó vizsgálat eredményeit láthatjuk.

A fejtési vastagság a földtani vastagság olyan jellegű csonkításával áll elő, hogy a 3 m-nél vékonyabb telepreszeket elhagyjuk, míg a minőségileg megfelelő 4,5 m-nél vastagabbakból csak a felső 4,5 m-t fejtjük le. A vagyonszámtáznál bevezettük a vastagság és a sűrűség szorzataként a teleptermelekenység-paramétert is. A számított statisztikai jellemzők az 1. táblázatban láthatók. A paraméterek mintegy 50%-ánál aszimmetrikus eloszlást tapasztaltunk. Ezeknél elvégezve a trendszámítást, a trendtől való eltérések már normális eloszlást mutattak.

## 4. A telepparaméterek közötti sztochasztikus kapcsolatok

A telepparaméterek közül csupán a fűtőérték, a hamutartalom és a sűrűség vonatkozásában tudtunk kapcsolatot kimutatni. A korrelációs együttható a páros relációkban 0,975—

0,995, míg a hármas relációkban 0,987—0,997 között változott (2. táblázat).

## 5. A telepparaméterek félvariogramjai

Félvariogramokat függőlegesen, a vízszintes síkban különböző irányok mentén és területileg számítottunk. A függőleges félvariogramok alapján kimutattuk, hogy az V. telepben a még egyben elemezhető maghossz nem lehet több 1,0 m-nél.

A területi félvariogramok közül a 4. ábrán az V. telep földtani vastagságára vonatkozót mutatjuk be. Területi félvariogramokat mind a trendleválasztást megelőző, mind az azt követő állapotra számítottunk. Tapasztalataink szerint a trendleválasztás nem módosította a hatástávolságot, viszont csökkentette a küszöbszintet. A hatástávolságokat a 3. táblázatban foglaltuk össze.

Íránymenti félvariogramokat kizárólag az V. telep és az V. telep alsó pad földtani vastagságára, valamint az ezekre vonatkoztatott minőségi paraméterekre számítottunk. Az iránymenti hatástávolságok alapján megszerkesztett hatásterületi ellipszisek közül azonban egyik sem volt megbízható.



A paraméterek változékonysági sora csökke-  
nő sorrendben: fedőszint, telepvastagság, ha-

Statisztikai jellemző	1. táblázat		
	Földtani V. telep	összlet V. tel. alsó p.	Fejtési V. telep
	vastagság (m)		
	hamu (‰)		
	fűtőérték (10 kJ/kg)		
	sűrűség (t/m)		
átlagérték ( $\bar{x}$ )	4,4	4,2	4,4
	28,4	42,8	25,6
	10,2	6,7	10,9
	1,5	1,6	1,4
szórásnégyzet ( $\sigma^2$ )	4,7	3,1	0,02
	115,2	79,9	54,6
	6,8	4,1	3,5
	0,01	0,01	0,01
szórás ( $\sigma$ )	2,2	1,8	0,16
	10,7	8,9	7,4
	2,6	2,0	1,9
	0,1	0,1	0,07
átlagérték szórása ( $\sigma_x$ )	0,148	0,243	0,013
	0,740	1,228	0,620
	0,179	0,277	0,157
	0,008	0,013	0,007
variációs tényező ( $\vartheta$ )	49,2	42,0	3,6
	37,7	20,9	28,8
	25,5	30,0	17,2
	7,2	5,8	5,2
minták száma (n)	211	53	142
	211	53	142
	211	53	142
	191	53	126
elosztástípus	normális	lognorm.	tükr. log-
	lognorm.	normális	norm.
	tükr. log-	normális	lognorm.
	norm.	normális	tükr. log-
	lognorm.		norm.
			lognorm.

2. táblázat  
A telepparaméterek kapcsolatának szorosságát jellemző együthtató (r)

Reláció	V. telep			
	földtani	alsó pad	fejtsi	
	vastags.	fejt. vas.	vastags.	
Az $y=a+bx$ egyenlet szerinti páros relációban				
y	x		r	
hamu	fűtőérték	0,995	0,988	0,995
hamu	sűrűség	0,990	0,991	0,087
fűtőért.	sűrűség	0,985	0,981	0,981
Az $y=A+Bu+Cv$ egyenlet szerinti hármas relációban				
y	u	v		r
hamu	fűtőért.	sűrűség	0,996	0,997
fűtőért.	hamu	sűrűség	0,994	0,989
sűrűség	fűtőért.	hamu	0,990	0,993

mutartalom, fűtőérték, sűrűség. A kutatás szempontjából domináns paraméter tehát a fedőszint.

A telepparaméterek	hatástávolsága	trendleválasztás
	után (m)	
Paraméter	V. telep földtani	alsó pad földtani
fedő	340	—
vastagság	360	310
hamu	220	290
fűtőérték	160	300
sűrűség	480	320
teleptermelekenység	360	360

Mint láttuk, a hatásterületi ellipszisek egyike sem felelt meg az előirt követelményeknek, ugyanakkor az ellipszisek nagy tengelye viszonylag szűk tartományban mozgott. A legnagyobb változékonysági irány ennek alapján az óramutató járásának megfelelően 141°-os szöget zár be a koordinátarendszer D-i irányba mutató +X tengelyével. Ez egyben megadja a kutatási hálózat célszerű orientáltságát. A számított területi főlvariogramok minimális hatástávolsága 179 m volt. Ebből a kutatási négyzethálózat oldalhossza:  $l = 179 \cdot \sqrt{2} = 253$  m. Ez a hálózat egy kutatási objektumhoz 64 009 m<sup>2</sup> területet rendel.

Adatbázisunkban 262 db fúrás szerepelt. Ebből 214 db adott információt a fedőszintre. A fúrások felhasználhatósági indexe:

$c_f = 214/262 = 0,8168.$

A szükséges fúrássűrűség tehát átlagosan:  $10^6/(64\,009 \cdot 0,8168) = 19$  db/km<sup>2</sup>. A területen a jelenlegi fúrássűrűség 8—9 db/km<sup>2</sup>. A hiányzó, a bányatervezés igényei szempontjából optimális mintegy 50—100 db kutatási objektum egy része azonban nem kizárólag mélyfúrással, hanem más kutatási módszerekkel (pl. geofizika, vágatkutatás stb.) is nyerhető.

7. A dubicsányi kőszénterület tektonizáltságának vizsgálata

A vizsgálatok alapját a terület manuálisan megszerkesztett tektonikai térképe képezte. A területen két uralkodó vetőirányt tudtunk kimutatni, 31°-os és 213°-os csapásszöggel. A területi tektonikai mutató:  $K_1 = 26,8$  m/10<sup>4</sup>m<sup>2</sup>; az iránymenti  $\vec{E}-D$  irányban:

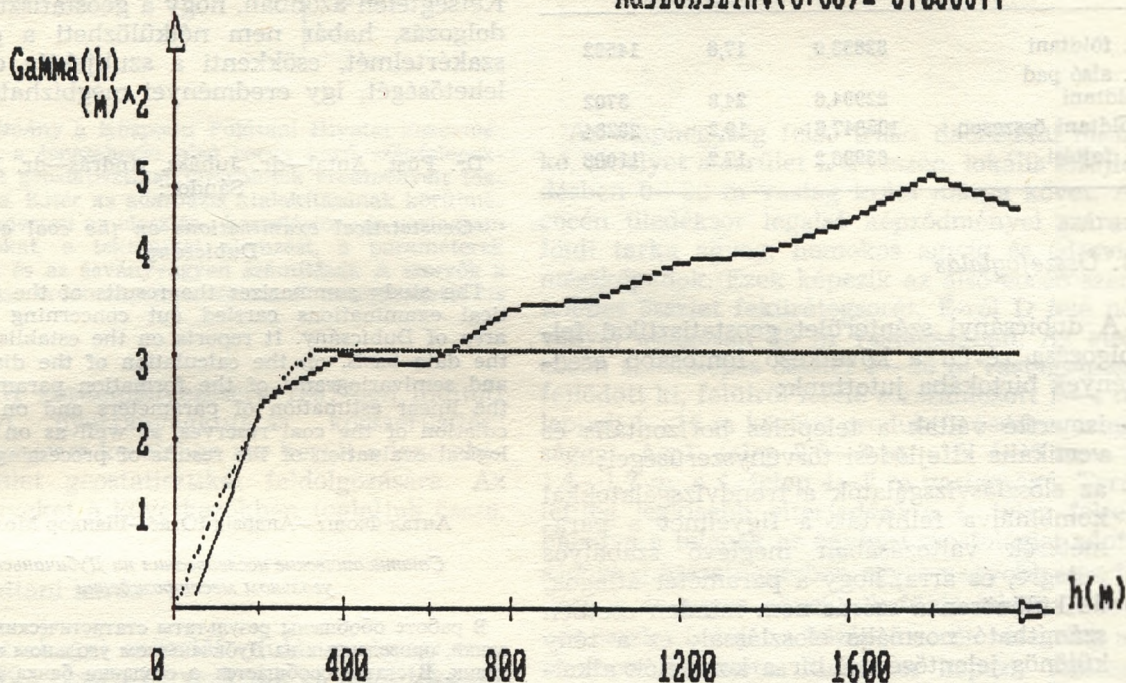
$K_2 \vec{E}-D = 0,1192$  db/100 m, NY—K irányban:  
 $K_2 \vec{NY}-K = 0,2663$  db/100 m, az uralkodó vetőiránnyal közel párhuzamosan:  $K_2 = V = 0,0811$  db/100 m, arra merőlegesen:  $K_2 \perp V = 0,2403$  db/100 m; a területegységre eső vetők száma:  $K_3 = 0,0095$  db/10<sup>4</sup> m<sup>2</sup>. Mindez a fúrások alapján nyomozható 2 m-nél nagyobb elvetési magasságú vetőkre vonatkozik.

Tapasztalataink szerint a mélyfúrások segítségével csak a nagytektonika (esetenként annak is csak egy része) nyomozható, ez pedig a művelést befolyásoló vetőknek csak 20—25%-a.



**DUBICSANYI V. TELEP  
VASTAGSÁG  
Szferikus felvariogram ( $C_0=0$ )**

$$\begin{aligned} \text{Gamma}(h) &= C(1.5h/a - 0.5(h/a)^3) \\ \text{Hatastavolsag (a)} &= 365.24 \text{ m} \\ \text{szorasnegyzet} &= 4.680532 \\ \text{Kuszobszint}(C+C_0) &= 3.056377 \end{aligned}$$



$$C = 3.056377$$

**A tapasztalati felvariogram Matheron-fele**

$$r = 0.972 \quad St = 0.289 \quad H = 15.60 \%$$

4. ábra. Dubicsányi V. telep fejtési vastagság iránytól független félvariogramja (a felszálló ágra vonatkozóan;  $r$  = korrelációs együttható;  $St$  = standard hiba;  $H$  = relatív hiba)

Igy a számított tektonikai mutatók csak ezt az állapotot tükrözik.

Jelenlegi ismereteink mellett a vetőmentes terület mintegy  $0,9 \text{ km}^2$  nagyságú. Ha feltételezzük, hogy a vetőknek csak 20—25%-át ismerjük, ez a terület  $0,2 \text{ km}^2$  körülre zsugorodhat, 1000 és 200 m-es oldalhosszakkal, melyek irányszöge  $32^\circ$ , illetve  $122^\circ$ .

#### 8. Az V. telep szerkezeti változásainak vizsgálata

Az V. telep szerkezeti változását függőlegesen és a főbb változékonysági irányokban felvett szelvényekben vizsgáltuk.

A függőleges szelvényekből kitűnt, hogy a hamutartalom a mélység felé haladva 1—3 mg szinte állandó, majd közel lineárisan növekszik; ezzel együtt jár a fűtőérték csökkenése, valamint a sűrűség növekedése.

Földtani metszeteink alapján a következő megállapításokat tettük: az V. telep alsó padja csak a terület NY-i, DNY-i részén fejlődött ki összefüggő formában; az V. telep vastagsága a területen közel egyenletes, K-en és NY-on viszont hirtelen lepusztulásra utaló meddülést

tapasztaltunk; a telep minősége ÉK-ről DNY—NY-felé haladva fokozatosan romlik; a tektonizáltság a telepet ÉNY—DK irányban tördelte, ÉK—DNY irányban viszont közel egyenletesen változó fedőszinttel találkozunk.

#### 9. A paraméterek lineáris becslése

A paraméterek izovonalas térképének megszerkesztéséhez univerzális pontkrigelést alkalmaztunk. A becült érték mellett a krigelés szórását is számítottuk. A térképek az ELTE számítóközpontjában készültek. A krigeléssel készült térképek azáltal, hogy a becslési szórás is ismertté válik, a manuális szerkesztésű térképeknél több információt hordoznak.

#### 10. A szénvagyon számítása

A szénvagyont és annak minőségét a földtani tömbökre vonatkozó blokk-krigeléssel határoztuk meg. A számított ásványvagyon mennyiségét a 4. táblázatban olvashatjuk. Az ugyanitt látható ásványvagyon-szórását 95%-os valószínűségi szinten az irodalomból ismert összefüggésekkel számítottuk.



3. táblázat

Telep	Számított ásványvagyon (kt)	Számított ásványvagyon szórása (95%-os valószínű- ségi szinten) ‰	(kt)
V. földtani	82853,0	17,6	14582
V. alsó pad földtani	22994,6	24,8	5702
Földtani összesen	105847,6	19,2	20284
V. fejtési	63996,2	17,2	11008

## 11. Összefoglalás

A dubicsányi szénterület geostatistikai feldolgozása révén a következő fontosabb eredmények birtokába jutottunk:

- ismertté váltak a település horizontális és vertikális kifejlődési törvényszerűségei;
- az eloszlásvizsgálatok a trendvizsgálatokkal kombinálva felhívták a figyelmet a paraméterek változásában meglévő szabályos jellegre, és arra, hogy a paraméter-átlagok, de különösen a szórás nem minden esetben számítható normális eloszlással; ez a tény különös jelentőséggel bír a kondíciók alkalmazásánál;
- a paraméterek hatástávolsága 160—480 m között változik, de a fejtési összletben ez

az érték gyakorlatilag 350 m-nek vehető;  
— a terület tektonizáltsága olyan, hogy csak két uralkodó vetőirány jelenléte igazolható.  
Eredményeink jó egyezést mutatnak a hagyományos feldolgozásokkal nyert adatokkal. Kétségtelen azonban, hogy a geostatistikai feldolgozás, habár nem nélkülözheti a geológus szakértelmét, csökkenti a szubjektív döntések lehetőségét, így eredményei megbízhatóbbak.

Dr. Füst, Antal—dr. Juhász, András—dr. Molnár, Sándor:

### Geostatistical examinations on the coal area of Dubicsány

The study summarizes the results of the geostatistical examinations carried out concerning the coal area of Dubicsány. It reports on the establishment of the data basis, on the calculation of the distribution and semivariograms of the formation parameters, on the linear estimation of parameters and on the calculation of the coal reserves, as well as on the geological evaluation of the results of processing.

Антал Фюшт—Андрас Юхас—Шандор Молнар

### Статистические исследования на Дубичанском угольном месторождении

В работе обобщены результаты статистических исследований, проведенных на Дубичанском угольном месторождении. В статье сообщается о создании банка данных, о распределении параметров залежей, о расчете полувариограмм, о выявлении регрессионных связей и о линейной оценке параметров, а также о подсчете запасов и геологической интерпретации результатов обработки.



# A lencsehegyi telepparaméterek geostatistikai vizsgálata

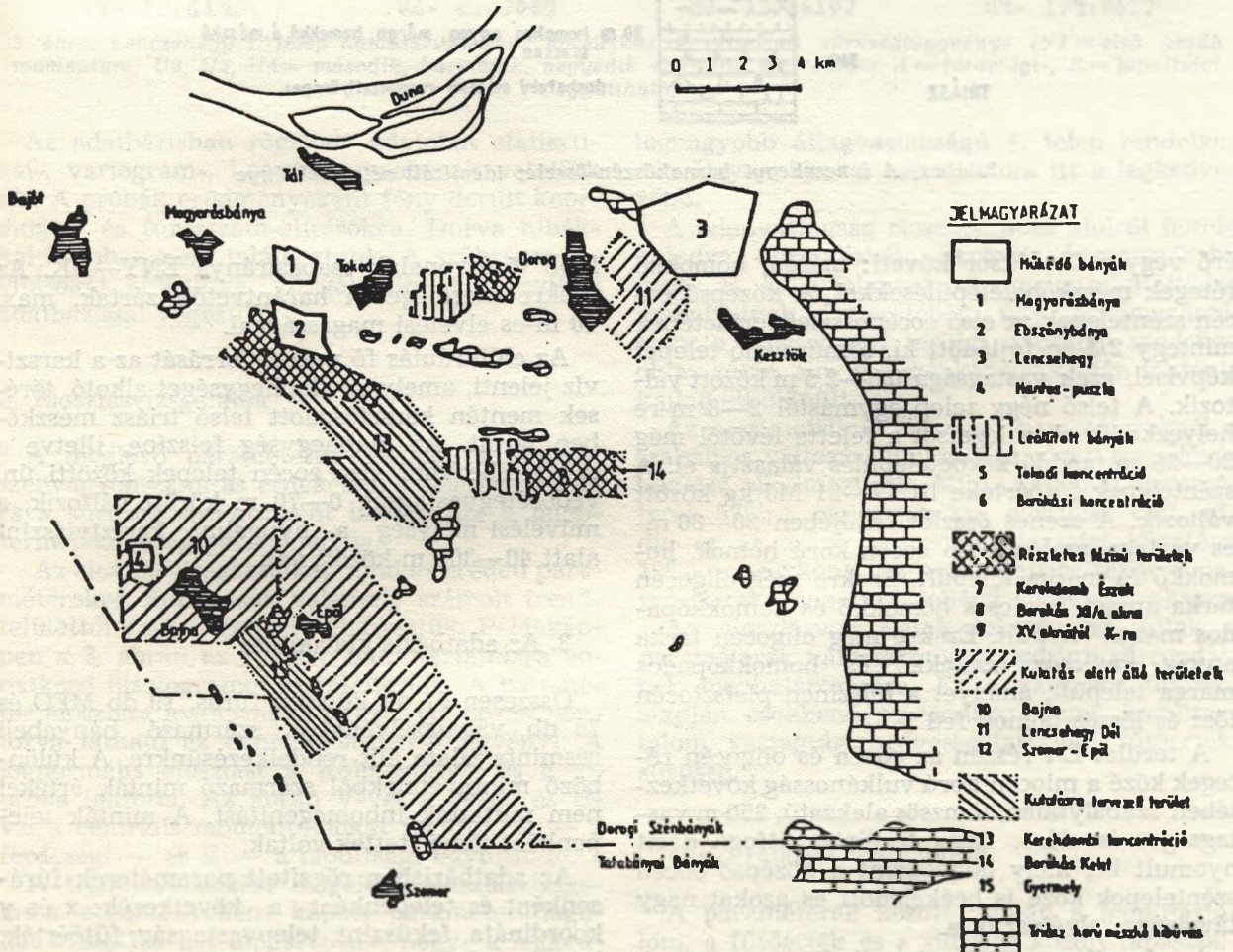
A tanulmány a Központi Földtani Hivatal kezdeményezésére a lencsehegyi alsó eocén korú széntelepekre végzett geostatistikai vizsgálatok eredményeit foglalja össze. Kitér az adatbázis kialakításának körülményeire, ismerteti az eloszlás-, korrelációs- és variogram vizsgálatokat, a tektonikai elemzést, a paraméterek krigelését és az ásványvagyon számítását. A szerzők a feldolgozás eredményeihez földtani magyarázatot is fűznek.

A KFH kezdeményezésére 1987-ben indított „Ásványi nyersanyagkutatás korszerűsítés” munkaprogram keretében sor került a lencsehegyi terület geostatistikai feldolgozására. Az eredményeket a következőkben foglaljuk össze.

## 1. Földtani leírás

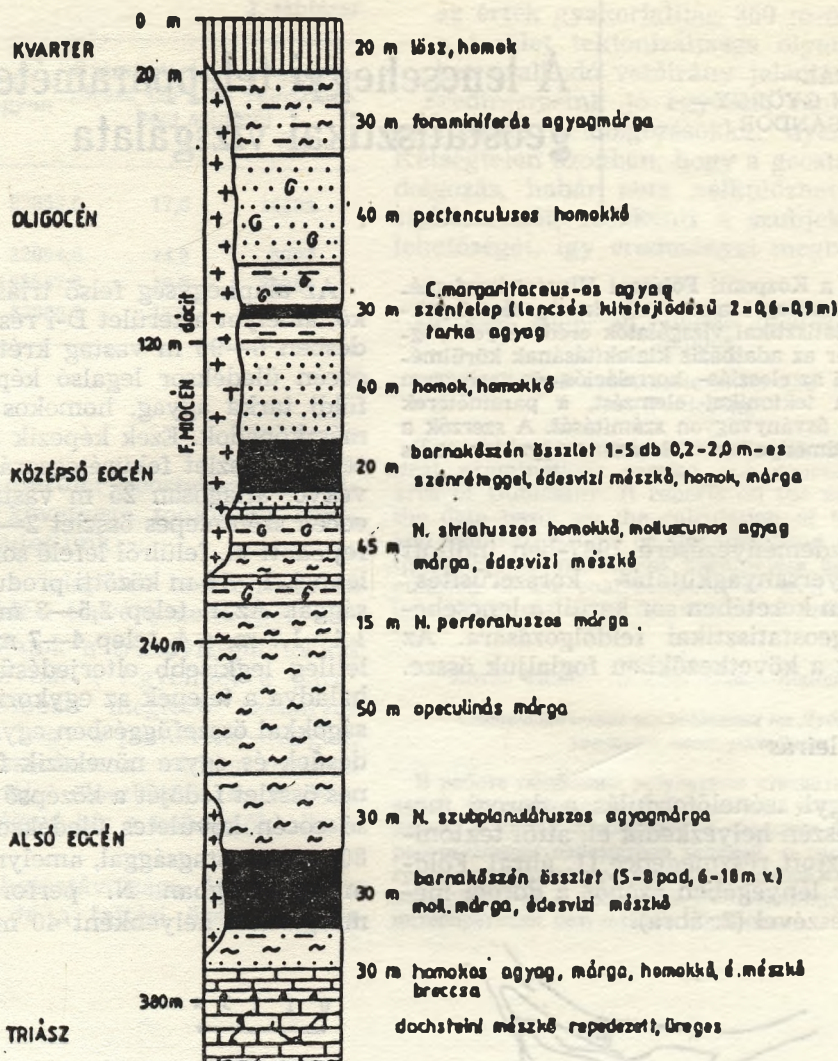
A lencsehegyi szénelőfordulás a dorogi medence ÉK-i részén helyezkedik el, attól tektonikailag elválasztott részmedence (1. ábra). Földtani felépítése lényegében azonos a dorogi medence többi részével (2. ábra).

Az alaphegység felső triász dachsteini mészkő, amelyet a terület D-i részén, lokális kifejlődésben 0–90 m vastag kréta márga követ. Az eocén üledéksor legalsó képződményei szárazföldi tarka agyag, homokos agyag és édesvízi mészkőpadok. Ezek képezik az alsó-eocén széntelepesség összlet fekvétegsorát, É-ről D felé növekvő, átlagosan 25 m vastagságban. Az alsó-eocén széntelepesség összlet 2–20 m vastagságban fejlődött ki, felülről lefelé sorszámozott 1–4 teleppel, 1–16 m közötti produktív összletvastagsággal. Az 1. telep 2,5–3 m, a 2. 4–5 m, a 3. 1,4–1,7 m, a 4. telep 4–7 m vastagságú. Területileg legkisebb elterjedésű a 4. telep felfelé haladva a telepek az egykori morfológiai adottságokkal összefüggésben egyre nagyobb elterjedésűek és egyre növekszik fűtőértékük. A szénesség összlet fedőjét a középső eocén rétegekig alsó eocén kövületes üledéksor képezi, mintegy 80 m-es vastagsággal, amelynek legalsó tagja 30 m vastagságban N. perforátusos, Millionilás márga. Ezt helyenként 40 m vastagságot is el-



1. ábra. A dorogi szénmedence átnézeti helyszínrajza





2. ábra. A lencsehegyi barnakőszén-összetétel idealizált rétegszelvénye

érő vegyes üledéksor követi: márga, homokkő rétegek mészkőbetelepülésekkel. A középső eocén széntelepek az első eocénösszlet területének mintegy 2/3-án fejlődött ki. 5 művelő telepet képvisel, ezek vastagsága 0,8—2,5 m között változik. A felső négy telep egymástól 2—8 m-re helyezkedik el, a legalsót a felette lévőől még 20—25 m meddő közbetelepülés választja el. A széntelepek fűtőértéke itt 17—21 MJ/kg között változik. A szénészlet fedőjében 20—30 m-es vastagsággal szintén eocén korú homok, homokkő és márga települt. Ezekre még oligocén tarka anyag, kavicsos homokkő és homokkőpados márga települt. Ezekre még oligocén tarka anyag, kavicsos homokkő és homokkőpados márga települt, amelyet a felszínen pleisztocén lösz és löszös homok fed le.

A terület É-i részén az eocén és oligocén rétegek közé a miocén korú vulkánosság következtében szabálytalan, tömzsös alakzatú, 250 m vastagságot is elérő, nagy területet átfogó dácit nyomult be, mely helyenként a középső eocén széntelepek közé is beékelődött és azokat nagy távolságra elválasztotta.

A vizsgált terület tektonikailag zavart. A

főbb törésvonalak csapásiránya ÉNY—DK. Az ezekre merőlegesen harántvetők zártak, max. 40 m-es elvetési magassággal.

Az előfordulás fő veszélyforrását az a karsztvíz jelenti, amely az alaphegységet alkotó, törések mentén karsztosodott felső triász mészkőben tárolt. Az alaphegység felszíne, illetve a művelésbe vont alsó eocén telepek közötti ún. védőrétegvastagság 0—70 m között változik, a művelési mélység a nyugalmi karsztvízszint alatt 40—300 m között van.

## 2. Az adatbázis kialakítása

Összesen 67 db külszíni fúrás, 19 db MEO és 78 db, vágatszervényből származó bányabeli résminta adata áll rendelkezésünkre. A különböző mintavételekből származó minták értékei nem mutattak inhomogenitást. A minták telepenként tömörítettek voltak.

Az adatbázisban rögzített paraméterek fúrásonként és telepenként a következők: x és y koordináta, fekszing, telepvastagság, fűtőérték, hamu, nedvesség és kén tartalom, sűrűség.



DUBICSANY V. TELEP

FÜTŐÉRTÉK

közelítően túlrögzött lognormalis eloszlással

átlagérték = 10.2042

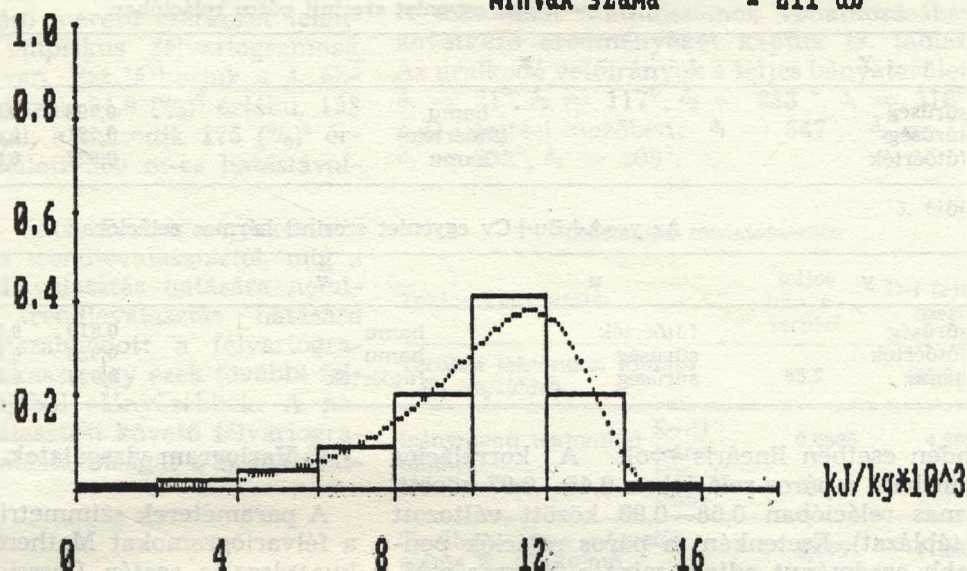
szórásnegyzet = 6.783732

szórás = 2.60456

átlagérték szórása = 0.1793053

variációs tényező = 25.49922 %

minták száma = 211 db



Kolmogorov próbával 95 %-os szinten elfogadva

Khi-negyzet próbával 95 %-os szinten elfogadva

$v_1 = 10.21427$

$u_2 = 6.39606$

$u_3 = -19.12169$

$A = -1.182109$

$E = 1.742699$

$u_4 = 194.0219$

3. ábra. Lencsehegy 1. telep hamutartalmának empirikus és elméleti sűrűségfüggvénye ( $V_1$  = első kezdő momentum;  $U_2, U_3, U_4$  = második, harmadik, negyedik centrális momentum;  $A$  = ferdeségi-,  $E$  = lapultsági együttható)

Az adatbázisban rögzített adatokat statisztikai-, variogram-, koordinátapróbának vetettük alá. A próbák eredményeként fény derült koordináta- és fűrásszám-elírásokra. Durva hibákkal azonban nem találkozunk. A szükséges javításokat elvégezve, vizsgálatainkat a javított adatbázissal végeztük.

### 3. Eloszlásvizsgálatok

A meglévő paraméterek mellett, a későbbi szénvagyonszámítás érdekében a telepvastagság és a sűrűség szorzataként bevezettük a telep-termelékenység paramétert is.

Az eloszlásvizsgálatokat mind az eredeti paraméterekre, mind azok valamely számolt trendfelülettől való eltéréseire elvégeztük. Példaképpen a 3. ábrán az 1. telep hamutartalmára vonatkozó hisztogramot szemléltetjük. A paraméter eloszlása lognormalis jellegű (az ábrán pontozva látható az elméleti sűrűségfüggvény). A lognormalis eloszlást a Kolmogorov- és a  $\chi^2$ -próba igazolta. Az ábrán  $V$ -vel a kezdő és  $U$ -val a centrális momentumokat jelöltük.  $A$  — a ferdeségi — és  $E$  — a lapultsági együttható.

A trendleválasztást megelőző eloszlásvizsgálatok eredményeként kapott paraméterátlagokat vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a legkedvezőtlenebb fűtőértékkel és hamutartalommal a

legnagyobb átlagvastagságú 4. telep rendelkezik. Ugyanakkor a kén tartalom itt a legkedvezőbb.

A telepvastagság eloszlástípusa alulról felfelé haladva normálisból túlrögzött lognormalisba megy át. Ez a jelenség a medencefeltöltődés szabályainak ismeretében úgy értelmezhető, hogy a lencsehegyi terület a dorogi medence olyan része, amely a szénképződés után tektonikailag elkülönült.

Az asszimmetrikus eloszlású paramétereknél a szabályos változás elkülönítése végett trendleválasztást alkalmaztunk. Míg az eredeti paraméterek 57%-a asszimmetrikus eloszlású volt, addig ez az arány a trendleválasztást követően 10%-ra csökkent. Az asszimmetriát tehát a paraméterek szabályos jellegű változása okozza.

Az eloszlásvizsgálatok lehetőséget adtak a paraméterek változékonyság szerinti sorrendjének meghatározására. Ez a variációs tényező alapján csökkenő sorrendben: fekü, hamutartalom, vastagság, nedvességtartalom, fűtőérték, sűrűség.

### 4. Korrelációs vizsgálatok

A paraméterek között csupán a hamutartalom, a fűtőérték és a sűrűség között tapasztaltunk felhasználható összefüggést. A kapcsolat



A telepparaméterek kapcsolatának szorosságát jellemző korrelációs együttható (r)

Reláció		Telepek száma			
		1.	2.	3.	4.
Az $y=a+bx$ egyenlet szerinti páros relációban					
y	x	r			
sűrűség	hamu	0,796	0,578	0,876	0,741
sűrűség	fűtőérték	0,791	0,451	0,863	0,616
fűtőérték	hamu	0,927	0,869	0,968	0,974
Az $y=A+Bu+Cv$ egyenlet szerinti hármás relációban					
y	u	v	r		
sűrűség	fűtőérték	hamu	0,810	0,587	0,878
fűtőérték	sűrűség	hamu	0,926	0,871	0,968
hamu	sűrűség	fűtőérték	0,928	0,893	0,971

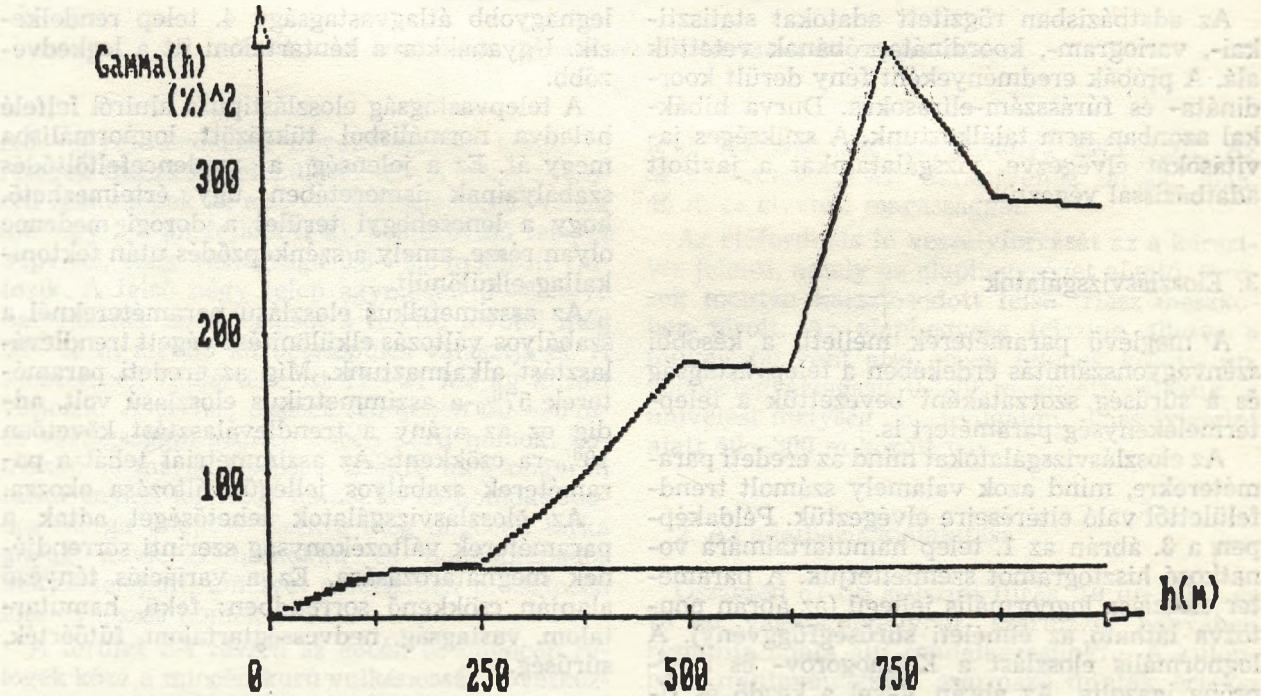
minden esetben lineáris volt. A korrelációs együttható a páros relációban 0,45—0,97 között, hármás relációban 0,58—0,99 között változott (1. táblázat). Esetenként a páros relációk pontosabb eredményt adtak, mint a hármás relációk.

5. Variogram vizsgálatok

A paraméterek szimmetrikus eloszlása esetén a félvariogramokat Matheron-féle, aszimmetrikus eloszlás esetén Cressie—Hawkins-féle algoritmussal számítottuk.

LENCSEHEGY 3. TELEP  
HAMUTARTALOM  
Gauss-fele felvariogram (Co)0

$\text{Gamma}(h)=C(1-\exp(-h^2/a^2))+Co$   
Hatastavolsag (a)= 153.05 m  
szorasnegyzet = 155.735  
Kuszobszint(C+Co)= 34.8692



C= 30.47914 Co= 4.390062 r= 0.996 St= 1.110 H= 4.53 %  
A tapasztalati felvariogram Cressie-Hawkins-fele

4. ábra. Lencsehegy 3. telep hamutartalmának iránytól független félvariogramja (a felszálló ágra vonatkozóan: r = korrelációs együttható; St = standard hiba; H = relatív hiba)



A variogram vizsgálatokat mind az eredeti adatokra, mind a trendleválasztást követő állapotra elvégeztük. Példaképpen a 3. telep hamutartalom félvariogramját szemléltetjük (4. ábra). Az ábrán  $r$  — a felszálló ág illesztési szorosságra vonatkozó korrelációs együttható,  $St$  — a standard-,  $H$  — pedig a relatív hiba.

Egyes paraméterek esetében megfigyelhető volt, hogy több eltérő méretű szerkezet jelenlétére utalva, az emprikus félvariogramnak több küszöbszintje van. Ezt láthatjuk a 4. ábrán is. Itt az első küszöb  $34,8 (0/0)^3$  értékű, 153 m-es hatástávolsággal, a második  $175 (0/0)^2$  értékű küszöbszint mellett 500 m-es hatástávolsággal rendelkezik.

A félvariogramok hatástávolsága gyakorlatilag független volt a trendleválasztástól, míg a küszöbszint a trendleválasztás hatására némileg csökkent. A trendleválasztás hatására ugyanakkor meghosszabbodott a félvariogramok stacionárius szakasza, így ezek további felhasználás szempontjából előnyösebbek. A paraméterek trendleválasztást követő félvariogramokból számított hatástávolságát a 2. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat

A telepparaméterek hatástávolsága trendleválasztás után (m)

Paraméter	1.	Telep száma	3.	4.
		2.		
feküszint	270	—	—	—
telepvastagság	270	180	150	130
fűtőérték	260	230	140	190
hamu	290	290	140	150
nedvesség	110	390	210	150
kén	350	200	100	210
sűrűség	130	360	130	220
teleptermelekenység	230	290	160	230

A telepparaméterek közül csupán a fekü, a vastagság, a fűtőérték, a hamu és a kén tartalom anizotrópiája lényeges. Kiindulva korábbi megállapításunkból, iránymenti félvariogramokat csak a trendleválasztást követő állapotra kíséreltünk meg számítani. Ezekből, ahol erre lehetőség volt, számítottuk a paraméter hatástérületét (anizotrópia ellipszis).

Megbízhatóságukat különböző próbákkal ellenőriztük, majd a megfelelő tíz anizotrópia ellipszist felhasználva, paraméterenként megrajzoltuk a megkutatáshoz szükséges kutatási hálózatot. Ezek eredője egy sokszög, amelyen a minden paraméterre információt adó háló egy  $165 \times 175$  m oldalhosszúságú rombold. A rövidebb oldal irányszöge  $279^\circ$ , az oldalak által bezárt kisebbik belső szög  $60^\circ$ . Területi kiegyenlítéssel javasolható azonban egy olyan  $215 \times 175$  m oldalhosszúságú  $279^\circ$  irányszögű rombold alakú kutatási háló alkalmazása, melynek kisebbik belső szöge  $60^\circ$ . Az így javasolt kutatási háló egy kutatási objektumhoz  $32584 \text{ m}^2$  területet rendel.

## 6. Vetőstatistikai feldolgozás

A tektonizáltsági vizsgálatokat külön végeztük el a teljes bányaterületre és külön annak D-i fejtési mezejére. Ez utóbbinál az észlelések bányabeli adatokat rögzítettek. A művelés sokkal erősebb tektonizáltságot igazolt, mint azt a fúrások alapján prognosztizálni lehetett volna. A tektonikai mutatószámok vonatkozásában a következő eredményeket kaptuk (3. táblázat). Az uralkodó vetőirányok a teljes bányaterületen:  $\delta_1 = 21^\circ$ ,  $\delta_2 = 117^\circ$ ,  $\delta_3 = 233^\circ$ ,  $\delta_4 = 316^\circ$ ; a D-i fejtési mezőben:  $\delta_1 = 347^\circ$ ,  $\delta_2 = 107^\circ$ ,  $\delta_3 = 232^\circ$ ,  $\delta_4 = 286^\circ$ .

3. táblázat

Tektonikai mutatószámok			
Tektonikai mutató	teljes bányaterület	D-i fejtési mező	
Területi tektonikai mutató $K_1 (m/10^4 m^2)$	85,2	409,0	
Iránymenti tektonikai mutató	E—D irány	0,6695	4,8982
	NY—K irány	0,5104	2,0378
Területegységre eső vetők száma $K_3 (db/10^4 m^2)$	0,1067	11,3637	

A „vetőmentes terület” nagysága a nagytektonikából  $29063 \text{ m}^2$ , a fejtési adatokból  $4250 \text{ m}^2$ . Csapásirányaik  $44^\circ$  és  $127^\circ$ , illetve  $201^\circ$  és  $108^\circ$ . Az így számított területen a nagytektonika esetében 5 m-nél, a fejtési területen pedig 0,5 m-nél nagyobb elvetési magasságú vetők előfordulása kizárt.

Összehasonlítva a két tektonizáltsági képet megállapíthatjuk, hogy a külszíni mélyfúrásokból a vetőknek csupán 20—25%-a, négy uralkodó vetőirányból pedig kettő volt nyomozható; a két adathalmazból számolt vetőmentes terület mind alakját, mind nagyságát tekintve jelentősen eltér.

## 7. A telepparaméterek krigelése

A paraméterek elfogadott félvariogramjaival egyszerű — illetve trendleválasztás esetén univerzális pontkrigelést végeztünk. A hálózat mérete a krigelési térképszerkesztéshez  $50 \times 50$  m volt. A krigelt értékkel együtt a krigelési szórást is kiszámítottuk. A telepvastagság esetében a krigelést megelőzően gépesített szelvény-módszerrel megszerkesztettük a kiékelődés vonalát.

Az izovonalas térképek az ELTE Számítóközpontjában készültek.

## 8. Az alsó eocén korú széntelepek ásványvagyonának számítása, a számított ásványvagyon szórása

Az ásványvagyon mennyiségét a teleptermelekenység paraméter felhasználásával földtani



tömbönként blokk-krigeléssel határoztuk meg. Minden blokkhoz meghatároztuk a minőségi paraméterek értékét is.  
Az ily módon számított földtani ásványvagyon

menntiségét és minőségét a 4. táblázatban tün-  
tettük fel. Az ásványvagyon szórását 95%-os  
valószínűségi szinten a szakirodalomból ismert  
összefüggésekkel határoztuk meg (4. táblázat).

4. táblázat

Az eocén telepek földtani ásványvagyonának									
Telep	menntisége (Et)	menntiségi szórása 95%-os valószínűségi szinten (Et)	átlagos vastagsága (m)	átlagos fűtőértéke (10 <sup>3</sup> kJ/kg)	átlagos hamu- tartalma (%)	átlagos nedves- sége (%)	átlagos kéntartal- ma (%)	átlagos sűrűség (t/m <sup>3</sup> )	
1.	3790,3	13,9	526,9	2,5	21,8	12,2	11,2	6,0	1,36
2.	5611,0	24,7	1385,9	4,5	21,5	13,4	10,9	5,6	1,35
3.	1425,5	28,0	399,1	1,5	20,7	15,3	11,5	5,0	1,38
4.	5628,3	52,3	2943,6	6,9	19,0	22,7	9,9	4,9	1,41
Összesen átlag	164551	31,9	5255,5	—	20,6	16,5	10,7	5,4	1,38

9. Összefoglalás

Az elvégzett vizsgálatok eredményei azt iga-  
zolták, hogy a geostatisztikai módszerek nem-  
csak alkalmasak a széntelepek adatainak feldol-  
gozására, hanem segítségükkel többletinformá-  
cióhoz is jutunk. Az eloszlásvizsgálatok révén  
egyéb előnyök mellett genetikai körülményeket  
sikerült tisztázni. A variogram vizsgálatok több  
eltérő nagyságú szerkezet jelenlétére hívták fel  
a figyelmet. Külön ki kell emelni a tektonikai  
vizsgálatokat, mert ezek igazolták, a tektoni-  
záltság (különös tekintettel a mikrotektonikára)  
a külszíni mélyfúrásos kutatásból csak tájékoz-  
tató jelleggel ismerhető meg.  
A geostatisztikai feldolgozás révén olyan  
eredmények birtokába jutottunk, amelyek a ha-  
gyományos geológiai feldolgozás révén nem,  
vagy csak szubjektív hibával számíthatók (pl.  
az ásványvagyon bizonytalansága). Külön ki  
kell emelni azt az előnyt is, hogy a gépi szá-  
mítások révén kapott adatok objektívek. Ezáltal  
lehetőség nyílik arra, hogy a kapott eredmé-  
nyeket közvetlenül felhasználjuk a műveléster-  
vezésben.

Dr. Füst, Antal—dr. Gutmann, György—dr. Molnár,  
Sándor:

Geostatistical examination of the deposit parameters  
of Lencsehegy

The study summarizes the results of the geostatistical examinations carried out on the initiative of the Central Geological Office of Hungary concerning the Lower-Eocene coal deposits of Lencsehegy. It touches upon the circumstances of the establishment of the data basis, describes the tectonical analysis, the kriging of the parameters and the calculation of the mineral resources. The authors add also a geological interpretation to the results of the processing.

Антал Фюшт—Дьёрдь Гутманн—Шандор Молнар

Статистическое изучение параметров  
месторождения Ленчехедь

В статье излагаются результаты статистических исследований, проведенных по предложению Центрального Геологического Управления, по параметрам эоценовых угольных залежей месторождения Ленчехедь. Рассматриваются условия создания банка данных, исследования корреляции, распределения и вариограмм данных, тектонический анализ, крайнинг параметров и подсчет запасов. Авторы дают геологическое объяснение полученных результатов статистической обработки.



# Kísérleti geostatistikai számítások a Dudari szénmedencében

A Dudari szénmedencében, a működő bánya területére — csak a mélyfúrási adatokból — statisztikai és geostatistikai számításokat végeztek, úgymint:

- hisztogram-készítés, eloszlás-vizsgálat
  - korrelációs vizsgálatok
  - félvariogramok készítése és illesztésük az elméleti félvariogramokkal
  - pontkrigelést azokra a pontokra, ahol a későbbi évtizedek során mintákat vettek, s azokat elemzték
  - blokk-krigelést az ásványvagyonra és minőségére.
- A számított adatokat (pont- és blokk-krigelés) összehasonlítva a tényadatokkal, megállapítható volt a módszer előnyösen használható volta.

## I. A megbízhatóság és bányászati kockázat

A földtani kutatás során adathalmazok jutnak a geológus tudomására. Ezekből egy földtani modellt állít össze, melyet állandóan finomít, s a döntési csomópontokban az illetékesek (akik csomópontként mások) tudomására hoz, akik döntenek a kutatási illetve bányalétesítési elképzelésekről.

A bányászati kockázat lényegében abból áll, hogy a kialakított geológiai modell — és annak finomított változatai — mennyire alkalmasak a helyes döntések meghozatalára, azaz a valóság mennyire tér el az elképzelt mintától.

A barnaköszén-telepek esetében a modell legfontosabb elemei a következők:

- telepvastagság alakulása
- minőségi paraméterek nagysága és térbeli változásai

— fűtőérték	KJ/kg
— hamu	%
— nedvesség	%
— kén	%
— sűrűség	kg/m <sup>3</sup>

- ásványvagyon nagysága
- tektonizáltság.

Ha a fenti elemekben kellően megbízható ismereteket szerzünk, akkor a döntési csomópontokban jól tudunk állást foglalni. A Dudari szénmedencében 44 éve folyik a bányáskodás, az ún. Iker-akna területén pedig 35 éve. Ez alatt az idő alatt a bánya műszaki határán belül a vagyonnak kb. a felét lefejtettük, a másik feléről pedig vágatokból is tudjuk már, hogy milyen körülmények között települ, milyen paraméterei vannak, stb. Ezért módunkban állt retrospektív módon vizsgálni a megbízhatóság és a vele összefüggésben lévő bányászati kockázat alakulását. Az összes, 35 év alatt összegyűlt adatot több részletben használtuk

fel, olyan bontásban, hogy azok megfeleljenek a döntési csomópontoknak és az ismeretek növekedési szabályszerűségeinek.

## II. Az elvégzett munkák

Összegyűjtöttük a 35 év adataiból a következőket:

- A. Mélyfúrások, MEO-adatokkal  
Összesen 118 fúrás, 805 rekordban, 5989 mező. A mezőben a paraméterek a vastagság, fűtőérték, hamu, nedvesség, kén, és sűrűség.
- B. Bányabeli részminták (MEO-adatok).  
323 db minta, összesen 681 rekordon, 6129 mező.
- C. Bányabeli termelési minták (MEO-adatok).  
577 minta, 1165 rekorddal, 9320 mező. Összesen 1018 minta, benne 2651 rekord, bennük 21 438 mezőnyi adatot gyűjtöttünk össze.

Ezen adatmennyiségből

1. hisztogramokat készítettünk
2. korrelációs vizsgálatokat végeztünk
3. félvariogramok készítése után
4. pont- majd blokk-krigeléssel meghatároztuk a várható minőségi és mennyiségi adatokat, s
5. kiértékeljük a fenti számításokat.

## III. Az eredmények ismertetése

### 1. A pontkrigelés értékelése.

Első lépcsőben elvégeztük 114 mélyfúrással az ún. kereszt-ellenőrzést (angolul cross-validation) oly módon, hogy minden egyes fúrással pontkrigelést készítettünk a

— települési szintre, vastagságra, fűtőértékre, hamu %-ra, nedvesség %-ra, kén %-ra, sűrűség értékére a többi mélyfúrásból, a hatástávolság figyelembevételével. A krigeléssel meghatároztuk a paraméterek értékeit, annak szórását, és a hiba-szórás hányadosát.

A paraméterekre kapott becült adatokat összehasonlítottuk a tényleges adatokkal, s képeztük különbségüket. E különbségeket előjelhelyesen összegeztük az összes fúrással vonatkozóan.

Az egyes fúrásokra kapott eltéréseket a becslés szórásával elosztva hét, egyenként 114 db-ból álló számsort kaptunk, s megvizsgáltuk e számsorok szórását is.



A krigelési kereszt-ellenőrzés eredményei  
a 114 mélyfúrásból krigelve

Paraméter	Eltérések összege	Hiba/szórás szórása	Elt/db	Elt/db az átlag %-ban	Tény	Átlagok Krigelt
Vastagság	— 2,46	0,95	— 0,02	—0,98	2,05	2,07
Fűtőérték	—3419	0,99	—30	—0,20	14976	15006
Hamu	16,76	1,03	0,15	0,82	18,20	18,05
Nedvesség	19,19	2,33	0,17	0,74	23,00	22,83
Kén	— 1,64	1,07	— 0,01	—0,33	3,02	3,03
Sűrűség	166	1,00	1	0,07	1423	1422

E vizsgálatok számszerű eredményei az 1. sz. táblázatban találhatók.

A táblázatból kiolvasható, hogy az előjelhelyesen összegzett eltérések gyakorlatilag nulla körüliek, az eltérés, egy fúrára vetítve nem éri el az 1%-ot. A hiba/szórás sor szórása is a „nedvesség” paramétert kivéve 1 körüli szám, tehát megfelel a statisztikai elvárásnak.

Mindezek egyértelműen igazolják, hogy:

— az egész telepre vonatkozó krigelés torzításmentes

— a krigelési szórás nagysága reális

A második lépésben elvégeztük a pontkrigelés, a 114 mélyfúrásból a résmintákra és a termelési mintákra. (a 2. sz. táblázat)

2. sz. táblázat

Term.- és résminták adatai (899 db)  
a 114 mélyfúrásból krigelve

Paraméter	Eltérések összege	Hiba/szórás szórása	Elt/db	Elt/db az átlag %-ban	Tény	Átlagok Krigelt
Vastagság	322,51	0,91	0,36	18,15	1,98	1,62
Fűtőérték	932549	0,72	1036	6,55	15810	14774
Hamu	— 4076,77	0,57	— 4,53	—29,43	15,39	19,92
Nedvesség	1951,93	0,81	2,17	9,06	23,94	21,77
Kén	358,74	0,75	0,40	12,43	3,22	2,82
Sűrűség	—37873	0,96	—42	— 3,01	1394	1436

Ezek eredményei a következőkben foglalhatók össze:

- a krigelési szórás nagysága ezekre nézve is reális
- az eltérések összegei már nem nullához közelálló értékek, attól lényegesen eltérnek. E számok már nem a krigelés belső összefüggéseire utalnak, hanem a fúrásokból krigelt adatok és a valóság összefüggéseire. Ebből a vizsgálatból azt kaptuk, hogy ha a fúrások adatai alapján érdemesnek bizonyult bányát nyitni, azt a bányabeli tényadatok megerősítették, illetve a tervezett-hez képest még kedvezőbbé tették, ugyanis a várthoz képest jelentősen javult:
- a vastagság 0,36 m-rel (1,62—1,98)
- a fűtőérték 1036 KJ/kg-mal (14774—15810)
- hamu %—4,53%-kal (19,92—15,39)

Romlott:

- a nedvesség 2,17%-kal (21,77—23,94)
- a kén 0,40%-kal (2,82—3,22)

Nincs lényeges változás a sűrűség értékében. (Kis mértékben csökkent).

Az eltérések okait illetően a következő magyarázatot tudjuk felhozni:

- A vastagság nagyobb értékű a valóságban, mint az a fúrásokból várható lenne. Valószínű oka: a magkihozatal nem volt 100%-os, s a maghiányt nem vették szénnek.

— A fűtőérték nagyobb értékű a valóságban, mint az a fúrásokból várható. Valószínű oka: a mintaanyag minőségét rontja az átfúráskor a repedésekbe szivárgó iszap, így gyengébb minőséget mutat a fúrás a valóságosnál.

— A hamu kisebb értékű a valóságban. A fenti ok magyarázat erre is.

— A nedvesség nagyobb értékű a valóságban. A mintavétel és az elemzés ideje közötti száradás adhat rá magyarázatot.

— A kén nagyobb értékű a valóságban. A maghiány valószínű, hogy a magasabb fűtőértékű (lágyabb) szénben jelentkezett, és ebben magasabb a kén tartalom is. A maradék szén kénben szegényebb, így mutat kisebb értéket.

— A sűrűség kisebb értékű a valóságban. A hamu% alacsonyabb volta miatt a sűrűség is alacsonyabb értékű.

Mindezek következtében a dudarihoz hasonló geológiai felépítésű területeken a fúrások adataiból levonható következtetések a valóságban felértékelődnek, ezért a külszíni kutatás idején tartalék (0,8—0,99 M.m) csoportba jutó vagyonrészek már minden bizonnyal műrevalóak lesznek, ami pedig már ekkor is műrevaló, az a továbbiakban is megmarad annak, természeti paramétereit illetően.



## 2. A szénvagyonszámítás értékelése

A medencén belül a működő bánya területére végeztünk ellenőrző vizsgálatokat. A bánya műszaki határán belül 4 kisebb részre osztottuk a teljes területet s ezekre a területekre kigyűjtöttük az onnan már kitermelt vagyont, a veszteségeként visszahagyott vagyonrészt, valamint a még meglévő szénvagyont. Ugyanezen területekre külön-külön blokk-krigelést végeztünk, ahol is meghatároztuk a terület térfogatát, súlyát, a hőmennyiségét, hamu-nedvesség és kén %-át. Ugyanezen paraméterek szórásait is meghatároztuk, majd háromféle megbízhatósági (konfidencia) intervallumot (80%-90%-95% valószínűségi szinteken) is kiszámítottunk.

Az összehasonlító eredmények a következők:

„A1” terület. A legrégebben művelt terület-rész. (1955—1970) 7 db figyelembe vett mélyfúrás esik közvetlenül a területére.

Vagyonából eddig a lefejtés és a veszteség	1911 kt 78,30%
A visszamaradt területen van még	530 kt 21,70%
	2441 kt 100,00%

Mindez 15 521 KJ/kg fűtőértékkel és 16,81% hamutartalommal.

A krigelés 2537 kt vagyont mutatott ki, 24 kt szórással, 13 650 KJ/kg fűtőértékkel (szórása: 764 KJ/kg), 25,49% hamutartalommal (13,61% szórással).

A tényadat a három valószínűségi szinten kiszámított konfidencia intervallumon kívül esik, mégis nagyon jónak tartjuk az eredményt tény/krigelt = 96,20%, mivel az eltérés kicsi, s nem azonosak a számbavétel feltételei.

— A krigelés a teljes területre kiterjed, a tényleges vagyon-elhelyezkedés a „vetőárnyékok”-ban hiányzik (széthúzásos szerkezeti elemek).

— A krigelés az ún. „földtani” vagyonra vonatkozik. Ebben a vagyonban benne szerepel a telepben lévő meddőbeágyazás is (ami persze rontja a minőséget is), az annak idején lefejtett vagyonban viszont ez nem szerepelt, mivel a helyszínen, a fejtésben kiválogatták a meddőt. Ezt is figyelembe véve magyarázható a mennyiségi eltérés, és a minőségi is. A mennyiségi eltérésben a krigelés + 96 kt-ját, szépen magyarázza tehát az, hogy a krigelt adatban benne van a meddőbeágyazás tonnája is. A minőségi eltérést részben magyarázza ez, mégpedig legalább  $\frac{2537 \times 13\,650}{2441} = 14\,187$  KJ/kg-ig.

1036 KJ/kg-ot magyaráz a fúrasi adatokból történt krigelés (ez már 15 223 KJ/kg) így a különbség már csak 15 521—15 223 = 298 KJ/kg, ami a várható szórás (764 KJ/kg) felénél is kisebb.

„B” terület. A második legrégebben művelt terület-rész. Területére 11 mélyfúrás esik.

Vagyonából eddig a lefejtés és a veszteség:	4066 kt 56,10%
A visszamaradó területen van még:	3183 kt 43,90%
Összesen:	7249 kt 100,00%

Mindez 14 514 KJ/kg fűtőértékkel, és 17,1% hamutartalommal.

A krigelés 7761 kt vagyont mutatott ki 40 kt szórással, 12 811 KJ/kg fűtőértékkel (799 KJ/kg szórással) és 26,62% hamuval (12,52% szórással). A tényadat a három valószínűségi szinten kiszámított konfidencia intervallumon kívül esik, mégis nagyon jónak tartjuk az eredményt. Az indokok ugyanazok, mint az A1 terület esetében.

A munkahelyi meddőválogatás („tisztán termelés”) a földtani vagyonhoz képest lényeges mennyiségcsökkenést, de minőségjavulást jelentett. A vetőárnyék nem létező szénvagyona is csökkenés. A tonnacsökkenés megmagyaráz a minőségben is 14 514—13 716 = 798 KJ/kg-ot  $\frac{7761 \times 12\,811}{7249} = 13\,716$  KJ/kg, s a fúrasi ada-

toknál észrevett minőségi eltérés a többi hőmennyiség hiányt.

„C1” terület. A legnagyobb eltérések e területen vannak. Igaz, itt a legnagyobb a meddő betelepülés vastagsága; a déli részeken eléri a telepvastagság felét is. Ezért a meddő kidobása utáni értékeket tükröző termelési adatokban, itt a legnagyobb az eltérés a krigelt és a földtaniként számításba vett adatok között. 54 mélyfúrás jut e területre.

Vagyonából eddig a lefejtés és a veszteség	4347 kt 36,00%
A visszamaradó területen van még	7713 kt 64,00%
Összesen:	12060 kt 100,00%

mindez 12 439 KJ/kg fűtőértékkel és 28,07% hamutartalommal.

A krigelt érték 14 283 kt, 12 905 KJ/kg fűtőértékkel és 26,51% hamutartalommal (szórások 785 KJ/kg, 12,25%).

A tényadat a három valószínűségi szinten kiszámított konfidencia-intervallumon kívül esik, mégis jónak tartjuk az eredményt. Az indokok, azon túlmenően, mint eddig, még a következők: A bánya eddig ismert legerősebben összetört része. Annyira tektonizált, hogy a még ott lévő vagyont nem is lehet gazdaságosan kitermelni. Ez nagyon sok vetőárnyékban lévő területrészt jelent (ahol a valóságban nincs vagyon), valamint a teljesen összetört tektonikus zónákban nem is mutattunk ki ásványvagyont. A fűtőértékben és a hamu %-ban minimális eltérés van a krigelt és a hagyományos módon kimutatott vagyon között. Ennek oka az, hogy a 64%-nyi még ott lévő vagyon minősége való-



színüleg alábecsült (a hagyományos módszerrel), valószínűleg az átlagolás hibája miatt. A sok vető miatt a fúrások között feltehetően több is van olyan, amelyik vetőt harántolt.

„D2” terület. Nemrég indult meg az elővájás benne, termelés még nem volt belőle. 31 mélyfúrás van a területén. A hagyományos módon kimutatott szénvagyon: 9451 kt 10 741 KJ/kg fűtőértékkel is 34,19% hamutartalommal. E területről még nincsenek tényleges ellenőrző adataink. Az összesített adatok a következők (A1 + B + C1 + D2)

#### Hagyományos számítás

##### Lefejtett és veszteség

10 324 kt 15 228 KJ/kg 17,73 hamu %

##### Még érintetlen

20 877 kt 11 372 KJ/kg 30,80 hamu %

##### Összesen

31 201 kt 12 648 KJ/kg 26,48 hamu %

#### Krigeléssel

A1	2 537 kt	13 650 KJ/kg	25,49% hamu
B	7 761 kt	12 811 KJ/kg	26,62% hamu
C1	14 283 kt	12 905 KJ/kg	26,51% hamu
D2	9 407 kt	12 834 KJ/kg	26,73% hamu

Össz. 33 988 kt 12 919 KJ/kg 26,52% hamu

A hagyományos módon készült szénvagyonszámítás és a termelés együtt nagyon jól egyezik a krigeléssel kapott adatokkal. Ez ellentmondani látszik a pontkrigelésnél leírtakkal. Az egyes pontoknál valóban így van, de a területre számolva már más a helyzet. Megnehezíti az összehasonlítást az a tény, hogy az évek alatt változtak a számbavétel feltételei. Most a földtani vagyonban benne szerepel a telepben lévő meddőbeágyazás is — minőségrontó hatásával együtt — régebben csak az összevont szénpadokat számították bele. A termelésnél is az ún. „tisztántermelést” premizáltak régebben, tehát helyszíni meddőválogatás volt, ma csak az osztályozó — dúsítóműben folyik a meddőválogatás, kisebb válogatási hatásfokkal (más a kitermelt szén egy tonnája mint régebben — a meddőválogatás évenként nem ugyanannyi).

A számított terület is más. Krigelésnél a teljes terület van figyelembe véve, a hagyományos vagyonszámításnál a vetőközök, vetőzőnek nem.

Ebből az következik, hogy a további munkákban külön kell krigelést végezni a földtani és külön a kitermelhető vagyonra, figyelembe véve a válogatási hatásfokot, s valamilyen módon a tektonizáltságot.

### 3. Összefoglalás

Az elvégzett munkákból kiderül, hogy a dudari szénmedencében végzett próbaszámítások sikeresek voltak.

A pontkrigelés bebizonyította, hogy a becslések torzítatlanok, a mélyfúrási adatokhoz képest a valóság valamivel kedvezőbb.

A blokk-krigelés összehasonlító elemzése bebizonyította, hogy az a vagyon és minőség, amire bányát lehet nyitni (beruházási terv, létesítési terv), krigeléssel megbízhatóan kimutatható, nagyobb biztonsággal, mint hagyományos módon. A hagyományos eljárással részletes kutatási fázisnál a „B” kategória 40%, a „C” kategória 60 % arányú, a hozzájuk rendelt hibák pedig (mennyiség, minőségben) 20 % körüliek. A mi számításainknál valamivel több, tekintve a rendkívül nagy tektonizáltságot a „C 1” mezőben és kisszámú megbízható fúrást az „A 1”-es és „B” mezőben.

A krigelés előnyei esetünkben

- nagyobb megbízhatóság
- gyorsabb számítások

A jövőben meg kívánjuk vizsgálni azt, hogy mennyi az a minimális fúrásszám, amellyel még kellő megbízhatósággal megkapjuk a kívánt eredményeket. A megszerzendő ismeretek egy része a vastagság, fűtőérték, hamu, nedvesség, kén és sűrűsége vonatkozik, ezekből számítható a vagyon mennyiségi és minőségi adata. Ezekon kívül ismereteket kell szereznünk a tektonizáltságra, a vízveszély mértékére, a bányaművelés feltételeire, stb. A vagyonra vonatkozó ismeretek sejtésünk szerint lényegesen kevesebb fúrásból is megszerezhetők, a többi ismeretet pedig más olcsóbb, elsősorban geofizikai módszerrel kell elérnünk.

Vizsgálódásokat kell végezni a mélyfúrások minimális mennyiségére, oly módon, hogy blokk-krigelést kell végezni többször, mindig csökkentett mélyfúrásszámmal addig, amíg a krigelt vagyon mennyisége és minősége még elfogadható szórással, megfelelő konfidencia intervallumok köré esik (pl. 95%-os megbízhatósággal). Ekkor megkapjuk azt, hogy az adott típusú, földtani felépítésű medencében minimálisan mennyi mélyfúrás kell. Mivel a mélyfúrás a legdrágább kutatási módszer — a vágathajtás után —, így időt és pénzt lehet megtakarítani.

Csóti, Tamás:

*Experimental geostatistical calculations for the coal basin of Dudar*

For the coal basin of Dudar, for the area of the mine in operation there — utilizing only deep-drilling data — statistical and geostatistical calculations were carried out concerning:  
— drawing of Nistograms, distribution examination  
— correlation examinations



- drawing of semivariograms and their fitting together with theoretical semivariograms
- point kriegeling to points where during later decades samples were taken and their analysis took place
- block kriegeling to the mineral resources and to their quality.

While comparing the calculated data (point and block kriegeling) with the factual data, the advantageous practicability of the method could be established.

Тамаш Чоти

*Экспериментальные статистические расчеты  
на угольном бассейне Дудар*

Для территории действующей шахты в Дударском уголь-

ном бассейне — по данным, полученным из скважин — проведены статистические расчеты, в том числе:

- составление гистограмм, изучение распределений параметров
- изучени корреляции
- составление полувариограмм и подбор к ним теоретических полувариограмм
- точечный крайгин по тем точкам, где в ходе десятилетий были отобраны и проанализированы пробы
- блоковый крайгинг по подсчету запасов и качеству сырья

Рассчитанные данные (значения точечного и блокового крайгинга) была сравнены с действительными данными, было установлено, что метод может быть успешно использован.







# Cikkíróinkhoz

Lapunk színvonalának emelése, a felesleges többletmunka elkerülése és a szerkesztés megkönnyítése érdekében az alábbiakban adunk tájékoztatást a szerkesztés irányelveiről és a kéziratok elkészítési módjáról.

A cikkek kívánatos *terjedelme* (ábrákkal együtt) 3–6 nyomtatott (15–30 gépelt) oldal. Nagyobb terjedelem csak kivételes esetekben fogadható el, de ilyenkor a szerkesztőbizottság fenntartja magának a jogot, hogy a cikket több részben közölje. A szerző minden esetben a teljes cikket köteles beküldeni akkor is, ha az esetleg több részletben fog megjelenni.

A beérkező cikkek *megjelenési sorrendjére* általában azok beérkezési időpontja mérvadó, mégis — azok fontossága, aktualitása figyelembevételével — a szerkesztőbizottság egyes cikkeket előre sorolhat. Ide tartoznak elsősorban a vándorgyűlésekről, kongresszusokról szóló beszámolók.

Lapunk általában csak *első közlésnek* ad helyet. A cikk beküldésével egyidejűleg a szerző nyilatkozni tartozik, hogy a cikk máshol még nem jelent meg. Máshol már megjelent cikkek közlését csak egész különleges esetekben tesszük lehetővé.

Vállalati vagy népgazdasági vonatkozásban *bizalmas adatok közléséért* a szerzőt terheli a felelősség. Kérdéses esetekben a szerzőnek felettesétől a cikkhez írásbeli engedélyt kell kérnie, mellékelnie. Más szerzők megállapításait, ábráit stb. csak a forrásmunka megjelölésével szabad közölni.

A cikk megjelenése nem feltétlenül jelenti azt, hogy a szerkesztőbizottság annak minden megállapításával egyetért, ezért lapunkban helyt adunk *szakmai hozzászólásoknak*, vitáknak is.

A szakirodalom rohamos mennyiségi növekedése következtében alapvető követelmény a *tömör, szabatos fogalmazás*. Célszerű a cikket alcímekkel tagolni, a legfontosabb gondolatokat *kurzív szedéssel* (a kéziratban aláhúzással) kiemelni. Levezetések nem közlünk teljes terjedelemben. Számítási módszereket célszerű — miként a levezetésekénél is — csak a kiindulást és a végeredményt megadva, számpéldával is szemléltetni. Prospektusokból vett adatok, elnevezések használatát lehetőleg kerülni kell, vagy hivatkozni kell a forrásmunkára.

Törekedni kell a *magyar műszaki nyelv* helyes használatára. A helyesírással vonatkozóan a *Helyesírási tanácsadó szótár*, a *magyar kémiai elnevezés és helyesírás szabályai* és a *magyar helyesírás szabályainak* mindenkor érvényben levő előírásai az irányadók.

A szerkesztőség fenntartja magának a jogot, hogy a nyelv helyessége érdekében a kéziratokban javításokat végezzen.

A cikkeket *két példányban* kell beküldeni. Csak géppel, 25 sorosan (2-es sorköz, egy-egy sorban 60 leütés, 3–4 cm-es margó) írt, tisztán olvasható kéziratokat fogadunk el. A gépelt anyag első példányát és egy másolatot kérünk.

A cikk *címe* röviden, tömören jellemezze a tartalmat. A szerkesztőbizottság — szükség esetén — fenntartja magának a jogot a cím módosítására.

Egy-egy szakterületről teljes áttekintést csak kivételes esetben közlünk. Általában a tudományág már ismert tételeihez csatlakozóan kell a részletkérdéseket ismertetni.

A szerző (*szerzők*) *nevé*n kívül közölni kell a legmagasabb végzettséget, az esetleges tudományos fokozatot, hivatali beosztást, a munkahelyet, annak címét és az állandó lakcímét és a személyi számát (a jövővedelemadó-bejelentéshez).

Minden cikkhez — *külön oldalra gépelve* — legfeljebb 10–15 soros *összefoglalót* kell mellékelni. Mivel ezt idegen nyelvre fordítatjuk, itt különösen ügyelni kell a világos, rövid mondatokban való fogalmazásra, valamint arra, hogy az összefoglalás jól fedje a tartalmat. (*A tartalmi összefoglaló ne legyen a cím kibővített megismétlése.*)

Különös gondot kell fordítani a *képletek* írására. Bonyolult képleteket jól olvasható kézírással célszerű beírni. A képletekben szereplő jelek értelmezése a képlet után is megadható, de több jel esetén célszerűbb a jelek értelmezését (a mértékegységeket is feltüntetve) a cikk végén *JELÖLÉSEK* címmel felsorolni. Képleteknél a törtvonal zárójelként nem alkalmazható; ezeket kérjük kézzel beírni. Ugyancsak különbséget kell tenni az „l” betű és az „I” szám között! Különös gondot kell fordítani az idegen (görög, gót stb.) betűk írására.

Mindenütt az International System of Units (SI)-rendszer *mértékegységei* használandók. [L. a Minisztertanács 8/1967. (IV. 27.) sz. rendeletét.] Részletes ismertetése megjelent a Földtani Kutatás 1979. évi 1–2. számában.

A *terjedelmes táblázatok* közlését kerülni. Minden egyes táblázatot kérjük *külön oldalra* gépelni és sorsszámmal ellátni. A szövegben minden táblázatra hivatkozni kell.

Az *ábrákat* a lapban kívánt méretre készítsük. Számuk lehetőleg ne legyen több, mint nyomdai oldalanként 1–2. Az ábrákat is két példányban kell beküldeni, tusrajz és fénymásolat egyaránt megfelel, de fontos az éles, jól látható kivitel. Grafikonokra célszerű koordinátahálót rajzolni. Az ábrákat arab számmal *sorsszámmal* kell ellátni. Az *ábraalíráásokat külön lapra* kérjük gépelni. Ha ábraalírással nincs a rajzokat — azok számát *taxative* való felsorolásával — külön lapon fel kell tüntetni. A szerkesztőség az ábrákat nem rajzoltatja át, így csak megjelentesre alkalmas ábrákat tudunk elfogadni.

A szövegben minden ábrára hivatkozni kell.

*Fényképekből* jól exponált, éles, tiszta másolatokat kérünk, ugyancsak két példányban, maximálisan 9×12 cm méretben. Felsorolásnál a fénykép is ábrának számít; a számozás folyamatosan történjen.

Az *ábrákat és fényképeket* nem szabad a szöveg közé beragasztani, hanem külön kell mellékelni.

Az irodalmi hivatkozásra vonatkozóan az alábbi részletes és feltétlenül megszívlelendő előírások betartását kérjük.

A cikk végén *külön kéziratoldalon* IRODALOM cím alatt, szögletes zárójelbe tett számozással kell felsorolni a művet, mindenkor a *mű eredeti megjelenési nyelvén*.



Példák:

a) Könyvek esetében

- [1] Scheffer V.: Geofizikai kutatómódszerek. Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat, 1951.

Két vagy több szerző esetén a nevek között hosszú kötőjelet alkalmazunk.

- [2] Demeter J.—Szabady J.—Szandtner F.: Villamosgép gyártástechnológiája I. kötet. Tankönyvkiadó 1952.

Idegen szerzők esetén a szerzők családneve után vesszőt teszünk.

- [3] Baeckmann, W.—Schwenk, W.: Theorie und Praxis der elektrochemischen Schutzverfahren. Verlag Chemie GmbH Berlin, 1971.

- [4] Bonnar, R. U.—Dimbat, M.—Stross, F. H.: Number average molecular weights. Intersci, N. Y., 1985.

- [5] Éjgelesz, R. M.: Razrusnie gornüh porod pri brunnei. Nedra Moszkva, 1971.

b) Folyóiratok esetében a szerző nevét illetően a fentiek szerint kell eljárni. A cikk címét ez esetben is eredeti nyelven kell megadni, de az évszámot a leírás végén zárójelbe tesszük.

- [6] Riley, H. G.: A short cut to stabilized gas well produktivity. J. Pet. Techn., 5 537—41 (1970).

- [7] Guszman, M. T.—Kuznecova, I. I.—Gel'mann, A. B.: Torboburü dlja burenie almaznünmi dolotami. Neftjanoe Hozajstvo, 11 9—12 (1972).

Az orosz szövegeket betű szerint (nem kiejtés szerint) kell átírni. A kötettszámot kettős aláhúzással, a folyóirat számát egyes aláhúzással adjuk meg. Az oldalakat lehetőleg -tól -ig ajánlatos feltüntetni hosszú kötőjellel.

Ha azonos nevű, de más-más országban megjelenő folyóiratról van szó, a folyóirat megnevezése után zárójelben meg kell adni a megjelenés helyét is, pl. Nafta (Zagreb). Ha egy éven belül a folyóirat kötet-száma változik, pl. World Oil-ból egy évben két kötet jelenik meg 1-től 7-ig terjedő számmal, akkor legcélszerűbb a hónapot kiírva megadni. Pl. World Oil, December 39—46 (1972).

Egyes folyóiratokra a szakmailag ismert rövidítés is alkalmazható (IECh, JPT, Izv., AN, SZSZSZR), úgyszintén a szabványos rövidítések a Bulletin, Journal, Zeitschrift, Zsurnal, Revue, Lapok megjelölésére (B., J., Z., Zs., R., L.).

c) Egyéb kiadványok

- [8] MSZ 13 802.

- [9] Strádi G.: Jelentés a propán-butángáz tűzoltói kísérletekről. BM—TOP 2219/70. számú téma. Bp. 1970. IX. 17.

- [10] Operating and service manual of vapor pressure asmmometer. Hewlett-Packard.

Kérjük T. Cikkíróinkat, hogy a kézirateikat a jövőben az előbbieken vázoltak szerint elkészíteni szíveskedjenek!

FÖLDTANI KUTATÁS  
szerkesztőbizottsága



## СОДЕРЖАНИЕ

### Введение

<i>Дьёрдь Бардоши</i> Вопросы модернизации поисков и разведки минерального сырья в Венгрии — — — — —	5
<i>Йожеф П. Тоот</i> Переоценка основных понятий и природных параметров поисков и разведки минерального сырья в Венгрии — — — — —	13
<i>Л. О. Ковач—Э. Юхас—Д. Хусар</i> Применение многомерных математических методов в поисках и разведке бокситов — — — — —	19
<i>Кальман Балла—Янош Кокаи—Густав Немет—Андраш Пайи—Дьёрдь Позгачаш—Бела Радлер—Арнод Салаи—Иштван Салоки—Карой Сентдьердьи—Ласло Велдьи</i> Состояние и модернизация поисков и разведки нефти и газа в Венгрии — — — — —	27
<i>Михай Доброка—Акос Дьюлаи—Тамаш Ормош—Эрнё Такач</i> Состояние подземных геофизических измерений на угольных шахтах и бокситовых рудниках Венгрии — — — — —	35
<i>Тибор Зеленка</i> Попытки к усовершенствованию использования запасов минерального сырья в добыче рудных и нерудных полезных ископаемых — — — — —	47
<i>Алмош Тоот—Янош Хаас</i> Соображения о прогнозе бокситов в Венгрии и о возможностях его усовершенствования — — — — —	53
<i>Габор Силадьи—Бела Визи</i> Модернизация исследований в области гидрогеологии и защиты рудников от водопритоков в Задунайском Среднегорье — — — — —	57
<i>Бела Фодор—Алмош Тоот</i> Актуальные вопросы надежности и риска поисков, разведки и эксплуатации бокситовых месторождений — — — — —	67
<i>Антал Фюшт—Андраш Юхас—Шандор Молнар</i> Статистические исследования на Дубичанском угольном месторождении — — — — —	73
<i>Антал Фюшт—Дьёрдь Гутманн—Шандор Молнар</i> Статистическое изучение параметров месторождения Ленчекедь — — — — —	79
<i>Тамаш Чоти</i> Экспериментальные статистические расчеты на угольном бассейне Дудар К авторам статей — — — — —	85

## CONTENTS FOREWORD

<i>Dr. Bárdossy, György:</i> Problems of the modernization of the exploration and evaluation of mineral raw materials in Hungary — — — — —	5
<i>Tóth, P. József:</i> The reassessment of the fundamental conceptions and natural parameters of the prospecting for mineral raw materials in Hungary — — — — —	13
<i>Dr. Ó. Kovács, Lajos—dr. Juhász, Erika—Huszár, György:</i> The utilization of multivariable mathematical methods in the bauxite exploration — — — — —	19
<i>Balla, Kálmán—dr. Kókai, János—Németh, Gusztáv—Pályi, András—Pogácsás, György—Rádlér, Béla—dr. Szalay, Árpád—dr. Szalóky, István—dr. Szentgyörgyi, Károly—dr. Völgyi, László:</i> Evaluation and modernization of prospecting for hydrocarbons in Hungary — — — — —	27
<i>Dobróka, Mihály—Gyulai, Akos—Ormos, Tamás—Takács, Ernő:</i> The situation of geophysical measurements carried out in Hungarian coal and bauxite mines — — — — —	35
<i>Dr. Zelenka, Tibor:</i> Modernization efforts in the management of mineral resources of raw materials of ore and mineral mining — — — — —	47
<i>Tóth, Almos—dr. Haas, János:</i> Some thoughts on the bauxite prognostics for Hungary and their possibilities of modernization — — — — —	53
<i>Szilágyi, Gábor—Vizi, Béla:</i> The modernization of hydrogeological and mine dewatering researches in the Transdanubian Central Chain of Mountains — — — — —	57
<i>Fodor, Béla—Tóth, Almos:</i> Timely problems of reliability and mining risk in the field of prospecting and mining of bauxite — — — — —	67
<i>Dr. Füst, Antal—dr. Juhász, András—dr. Molnár, Sándor:</i> Geostatistical examinations on the coal area of Dübicsány — — — — —	73
<i>Dr. Füst, Antal—dr. Gutmann, György—dr. Molnár, Sándor:</i> Geostatistical examination of the deposit parameters of Lencsehegy — — — — —	79
<i>Csöti, Tamás:</i> Experimental geostatistical calculations for the coal basin of Dudar For the attention of our writers of articles — — — — —	85



